Wie effektiv ist die Überwachung von Schrittmacherpatienten?

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität
zu Bonn

vorgelegt von
Rainer Graf
aus Rheinhausen

Bonn 1980

Wie effektiv ist die Überwachung von Schrittmacherpatienten?

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität
zu Bonn

vorgelegt von
Rainer Graf
aus Rheinhausen

Bonn 1980

Angefertigt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. B. L o u v e n
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. G. P. Kirchhoff

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Aus der Medizinischen Klinik
Direktor: Prof. Dr. med. H.J. Dengler

Druck: Richard Schwarzbold, 5305 Witterschlick b. Bonn

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546501_0025

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
I	Einleitung und Problemstellung	6
II	Methoden	14
III	Ergebnisse	29
IV	Diskussion	55
V	Zusammenfassung	60
VI	Literaturverzeichnis	62

I EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Galvani (30), Duchenne und Aldini (2) waren die ersten Naturwissenschaftler, die Versuche mit elektrischer Muskel- bzw. Herzstimulation unternahmen. Ihre Erkenntnisse wurden von Zoll (97), Lillehei, Furman und Schwedel (28) sowie Elmquist und Senning (24) als Wegbereiter der modernen Herzschrittmachertherapie aufgegriffen und weiterentwickelt. Mit dem technischen Fortschritt wurden die Schrittmachersysteme verbessert und ausgereifter. Einen wesentlichen Fortschritt verzeichnete man 1962 beim Übergang von den bis zu diesem Zeitpunkt benutzten Germanium - Transistoren zu den weniger temperaturempfindlichen, höherohmigen Silizium - Plantar - Transistoren (23).

Seit etwa 15 Jahren nimmt der elektrische Herzschrittmacher in der Cardiologie einen festen Platz ein und ist in der Therapie der bradycarden Herzrhythmusstörungen der pharmakologischen Behandlung überlegen. Diese Überlegenheit in Hinsicht auf die Lebenserwartung des Patienten wird heute von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren anerkannt (10, 19, 25, 41, 67, 73, 74, 79, 84, 91).

" Die Überlegenheit der Schrittmachertherapie gegenüber der pharmakologischen Behandlung zeigt die Verlängerung der Lebenserwartung der Patienten (Abbildung 1). Ein Jahr nach Beginn der konservativen Behandlung sind nach übereinstimmenden statistischen Erhebungen von Johannsen (50), Curd (17) und Friedberg (25) noch 50 bis 60 % der Patienten am Leben.

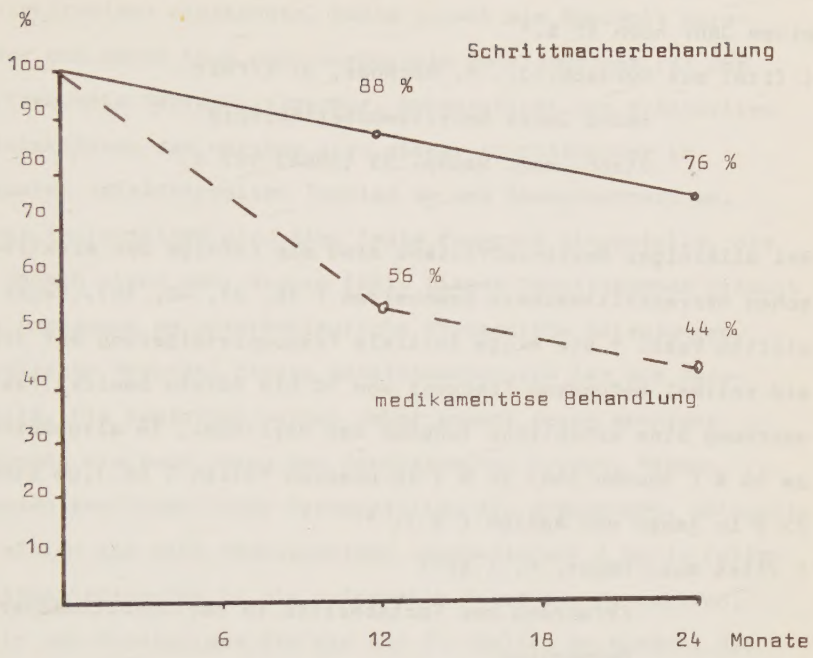

Abb. 1 Überlebensrate nach Feststellung eines kompletten atrioventrikulären Blockes in Abhängigkeit von der Therapie. Unten: unter medikamentöser Behandlung nach den Angaben von Johannson (50), Curd (17) und Friedberg (25). Oben: nach Schrittmacherbehandlung.

(aus: Sykosch, J., M. Büchner, S. Effert
Sechs Jahre Schrittmachertherapie
Dtsch. med. Wschr. 93 (1968 / 777)

Demgegenüber leben von 200 Patienten des Düsseldorfer Krankengutes, das 372 Patienten mit implantierten Schrittmachern umfaßt, nach einem Jahr noch 82 %."

(Zitat aus Sykosch, J., M. Büchner, S. Effert
Sechs Jahre Schrittmachertherapie
Dtsch. med. Wschr. 93 (1968) 777)

Bei alleiniger Herzinsuffizienz sind die Erfolge des elektrischen Herzschrittmachers bescheiden (16, 31, 42, 74). Nager stellte fest: " Die akute initiale Frequenzsteigerung auf die als optimal befundene Frequenz von 70 bis 80/min bewirkt fast durchweg eine erhebliche Zunahme des Herzindex, im allgemeinen um 50 % (Sowton (86) 52 %) in unseren Fällen (66),um etwa 25 % in jenen von Adolph (3). "

(Zitat aus: Nager, F. (65)
Erfahrung und Fortschritte in der Schrittmacher-Behandlung
Med. Welt (1973) 1102

Diese Teilrekompensation (27) durch Frequenzanhebung ist nach den Erfahrungen von Nager und Adolph (3, 65) auf das unmittelbare postoperative Zeitintervall begrenzt. Die o.a. Autoren beschreiben, daß der durchschnittliche Ruheherzindex vier bis sieben Monate nach der Schrittmacherimplantation wieder auf den ursprünglichen Wert abgesunken ist. Sie führen diesen Effekt auf eine " markante Abnahme des Schlagvolumens " zurück.
In der Therapie der Herzinsuffizienz stellt nach wie vor die Digitalisierung und Diureticabehandlung das Mittel der Wahl dar. (Siehe hierzu auch Kap. Indikationen).

Schrittmachertypen

Der elektronisch einfachste, heute jedoch als überholt anzusehende und daher kaum noch verwendete Schrittmacher ist der starrfrequente Herzschrittmacher. Unbeeinflußt von eventuellen Spontanaktionen des Herzens gibt dieser Schrittmacher in konstanten Zeitintervallen Impulse an das Kammermyocard ab. Bei der Implantation wird eine feste Frequenz eingestellt, die sich danach nicht mehr ändern läßt. Dieser Schrittmacher erlaubt keine Anpassung an unterschiedliche körperliche Belastungen. Ein weiterer Nachteil dieses Schrittmachertyps ist die Parasystolie. Die Ventrikel werden dabei sowohl durch spontane Erregungen als auch durch den Schrittmacher erregt. Manche Patienten empfinden diese Parasystolien als unangenehm, gelegentlich wirken sie sich hämodynamisch ungünstig aus (64). Fallen Schrittmacherimpulse in die vulnerable Phase der Herzaktion, etwa in den Bereich des Gipfels der T - Welle, so besteht die Möglichkeit - besonders bei herabgesetzter Flimmerschwelle - der Auslösung einer Kammertachycardie bis hin zum Kammerflimmern (15, 20, 53, 66, 81, 85).

Heute werden fast ausschließlich synchronisierbare Schrittmacher verwendet. An der Bonner Universitätsklinik lag der Anteil der Demand - Schrittmacher im bearbeiteten Zeitraum bei ca. 90 %. Die Fähigkeit der Synchronisation bei Eigenaktionen muß durch erheblichen elektronischen Aufwand erkauft werden. Diese Schrittmachertypen zeigten anfangs häufiger technische Komplikationen, dürfen aber heute als ausgereift betrachtet

werden. Bei QRS inhibited und QRS stand by Schrittmachern wird über eine Elektrode das intracardiale EKG abgegriffen, verstärkt und an eine Triggereinheit geleitet. Liegt die Spontanfrequenz oberhalb der eingestellten Schrittmacherfrequenz, so legt die Triggereinheit den Zeitgeber still. Beim QRS stand by Schrittmacher löst sie einen Impuls mit jeder R - Zacke aus, der in den QRS - Komplex fällt und damit effektlos ist. Bei Asystolie oder bradycarder Spontanfrequenz bleiben diese Schrittmacher in Bereitschaft, um sofort einzuspringen.

Diese Schrittmacher sind risikolos zu implantieren, so daß dieser kleine operative Eingriff auch für alte Menschen gefahrlos ist. Aufgrund der Synchronisation kann Parasystolie nicht mehr auftreten. Durch einen besonderen Mechanismus läßt sich bei Demand - Schrittmachern die Demand - Steuerung durch Auflegen eines Magneten auf die Haut des Patienten über der Batterietasche ausschalten, und der Schrittmacher gibt auch bei hoher Spontanfrequenz regelmässig - wie ein festfrequenter Schrittmacher - Stimulationsimpulse ab, die eine Schrittmacherkontrolle erlauben. (Siehe hierzu auch Kap. Schrittmacherkontrolle).

Ähnlich arbeitet der heute erst selten verwendete vorhofgesteuerte Kammerschrittmacher (68). An der Universität Bonn wurde dieser Schrittmacher im bearbeiteten Zeitraum noch nicht implantiert. Über eine besondere Elektrode, die nach Thorakotomie über den rechten Vorhof aufgenäht oder endovasal verschraubt

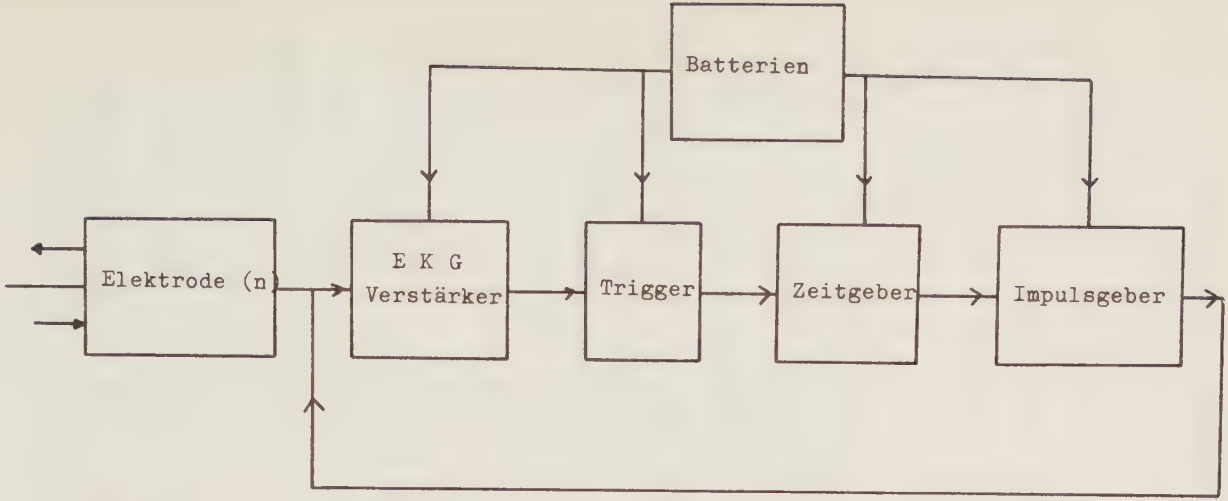

Abb. 2 Blockdiagramm eines synchronisierbaren Schrittmachers. Über die Elektrode wird das intrakardiale Elektrokardiogramm (EKG) abgegriffen, im EKG - Verstärker verstärkt und an die Triggereinheit gegeben. Diese legt beim Demand-Schrittmacher den Zeitgeber still, beim Stand-by-Schrittmacher löst sie einen Impuls mit jeder R - Zacke aus. Der Impuls wird über die Impulsgeberstufe an die Elektrode abgegeben.

(aus: Therapie innerer Krankheiten
Herausgegeben von E. Buchborn, R. Gross, H. Jahrmärker, H.J. Karl,
G.A. Martini, W. Müller, G. Riecker, H. Schiegk, W. Siegenthaler
Dritte, überarbeitete Auflage
Springer - Verlag Berlin Heidelberg New York 1977

wird, wird das Vorhofpotential abgegriffen (71).
Nach einer an der PQ - Überleitungszeit orientierten Verzögerung von 12o - 15o msec gibt der Schrittmacher einen Impuls an das Ventrikelmyocard. Bei Überschreiten einer gewissen Vorhoffrequenz schaltet der Schrittmacher auf eine fixierte Impulsfrequenz in der Kammer um. Extrem niedrige Vorhoffrequenzen oder Vorhofflimmern stellen für die Kammererregung keine Gefahr dar.

Vorteile dieses Schrittmachersystems sind die Koordination der Vorhof- und Kammeraktionen und damit eine weitgehend physiologische Herztätigkeit (56), Anpassung an unterschiedliche Belastungen, keine Parasystolie. Nachteile sind die noch nicht befriedigend gelöste Problematik der Fixierung einer zusätzlichen Elektrode im rechten Vorhof sowie Probleme bei der Triggerung der im Vergleich zu den Kammerpotentialen schwachen Vorhofpotentiale (47, 52, 90).

Fragestellung

Nach der Erstimplantation muß der Schrittmacherpatient - besonders aber sein Schrittmachersystem hinsichtlich Effektivität - zeitlebens untersucht und überwacht werden. Die Betreuung der Schrittmacherpatienten hat die Cardiologische Ambulanz der Medizinischen Universitätsklinik übernommen. Sollte eine Komplikation oder eine bevorstehende Generatorerschöpfung diagnostiziert werden, wird der Patient an den Chirurgen überwiesen (72). Zwischen den Kontrolluntersuchungen wird der Schrittmacher-

patient, auch wegen anderer Krankheiten, von seinem Hausarzt, bzw. Kliniken an seinem Wohnort betreut.

Die permanent wachsende Anzahl von Schrittmacherpatienten, die zwangsläufig zu einer Überlastung der ambulanten Nachsorge führen mußte, gab den Anstoß zu dieser Arbeit. Sie stellt eine Analyse der Nachsorge der Schrittmacherpatienten dar.

In einer retrospektiven Studie sollte untersucht werden, welche Komplikationen nach der Schrittmacherimplantation auftreten, zu welchen Zeitpunkten sie auftreten, mit welchen Diagnostikmethoden Komplikationen aufgedeckt werden können und wer die Komplikationen diagnostiziert. Die Auswertung der Studie sollte Daten für die optimale Organisation der Schrittmachernachsorge liefern. Die kontinuierlich wachsende Anzahl der Schrittmachererstimplantationen stellte eine zwingende Notwendigkeit dazu dar, will die Cardiologische Ambulanz auch weiterhin in der Betreuung der Schrittmacherpatienten effektiv bleiben.

In diesem Zusammenhang stellte sich auch die Frage, ob der Hausarzt, der für die Patienten meist schneller erreichbar ist als die Cardiologische Ambulanz oder die Implantationsklinik, sinnvoll mit in die Nachsorge eingeschaltet werden kann.

II METHODEN

1. Methodik der Auswertung

Die Krankenakten der von der Cardiologischen Ambulanz der Medizinischen Universitätsklinik Bonn betreuten Patienten wurden für diese Arbeit unter den durch die Fragestellung vorgegebenen Gesichtspunkten durchgearbeitet.

Für jeden Schrittmacherpatienten wurde ein durch sieben Rubriken unterteilter Bogen angelegt. In die erste Rubrik wurden persönliche, den Patienten charakterisierende Daten wie Alter bei der Erstimplantation, Geschlecht, Geburtsdatum sowie Gesamttherapiezeit eingetragen. So haben die ersten Patienten, denen ein Schrittmacher implantiert wurde, eine Gesamttherapiezeit von 10 Jahren, während diejenigen Patienten, die ihren Schrittmacher in den ersten Monaten des Jahres 1975 erhielten, nur eine Gesamttherapiezeit von einigen Monaten aufzuweisen.

In die zweite Rubrik wurden EKG - Befunde des Patienten vor der Implantation sowie die Implantationsindikation eingetragen.

Unter der Rubrik " Schrittmachertherapie " wurden das Datum der Erstimplantation, die Implantationsklinik (in fast allen Fällen die Chirurgische Universitätsklinik Bonn - nur vier Patienten bekamen ihren Schrittmacher in anderen Zentren und wurden nach Wohnortwechsel weiter von der Cardio-

logischen Ambulanz der Universität Bonn betreut) sowie die routinemäßig durchgeführten Generatorenwechsel mit Datum und Überlebensdauer der Generatoren zusammengefaßt.

Die vierte Rubrik zeigte die Therapie, die neben der Schrittmachertherapie bei einem Patienten zur Anwendung kam, auf. In der medikamentösen cardialen Therapie stehen Digitalispräparate, Diuretica, Antihypertensiva sowie Antiarrhythmica im Vordergrund. Die medikamentöse Therapie extracardialer Krankheiten wurde, soweit bekannt, aufgeführt, ebenso chirurgische Interventionen. Diese Liste mußte zwangsläufig unvollständig bleiben, da für diese Therapie Hausärzte, bzw. auswärtige Kliniken zuständig waren. Aufgrund der Unvollständigkeit dieser Daten wurde in diesem Punkt auf eine statistische Auswertung verzichtet. Qualitativ kann man festhalten, daß mehrere Schrittmacherpatienten chirurgische Interventionen gut tolerierten (99). Eine 23 jährige Patientin, die wegen rezidivierender Adams - Stokes - Anfälle während der Schwangerschaft (mens III) einen Schrittmacher erhielt, entband komplikationslos ein gesundes Kind.

In der fünften Rubrik wurden Komplikationen der Schrittmachertherapie zusammengefaßt. Gleichzeitig wurde festgehalten, wer die Komplikation diagnostiziert hatte (Hausarzt, Patient selbst, Routinekontrolle in der Cardiologischen Ambulanz). Ebenfalls wurden die technischen Hilfsmittel, die die Diagnose erlaubt hatten, vermerkt.

Die folgende Rubrik erhielt Angaben über die Zeitintervalle zwischen Implantationstag und Komplikation, Intervall zwischen letzter Routinekontrolle und Komplikation und der nächsten geplanten Kontrolle sowie das Intervall zwischen zwei Komplikationen.

Die letzte Rubrik stellte eine kurze Verlaufsbeschreibung der gesamten Therapiezeit dar.

Alle Daten wurden gesammelt und statistisch ausgewertet.

2. Methodik der Nachsorge

Nach der Schrittmacherimplantation werden die Patienten in regelmäßigen Abständen von der Cardiologischen Ambulanz zu Kontrolluntersuchungen wieder einbestellt. Die Untersuchung erstreckt sich auf den Gesundheitszustand des Patienten und auf sein Schrittmachersystem hinsichtlich der Effektivität und des Ladezustandes des Generators.

Zuerst wird eine Zwischenanamnese über den Zeitraum seit der letzten Kontrolle erhoben. In einigen Fällen ergeben sich aus den Angaben des Patienten Hinweise auf einen ineffektiven Schrittmacher, wie zum Beispiel die Beschreibung von Stromstößen in den Arm beim Kabelbruch oder von Zwerchfellzuckungen bei einer Sondendislokation. Die klinische Untersuchung wird fortgesetzt durch die Inspektion des Hautbereiches über der Batterietasche zum Ausschluß einer Batterieverlagerung, Infektion oder

eines Decubitus über der Batterietasche. Weiterhin wird der Patient auf cardiale Dekompensationszeichen untersucht und ein Auskultationsbefund von Herz und Lunge erhoben.
Zur Untersuchung gehören weiterhin das Messen des Blutdrucks und das Zählen der Pulsfrequenz. Ergeben sich aus der klinischen Untersuchung pathologische Befunde, so wird je nach Schweregrad entweder der Hausarzt um weitere Diagnostik und Therapie gebeten oder eine stationäre Aufnahme veranlaßt.

Die Kontrolle des Schrittmachersystems gliedert sich in eine Untersuchung auf Effektivität, bzw. Diagnose einer Ineffektivität und deren Ursache und in die Feststellung des Ladezustandes des Generators.

Zur Feststellung der Effektivität des Schrittmachers leistet das EKG mit und ohne Magnet wertvolle Dienste. Im EKG ohne Magnet lassen sich Schrittmacheraktionen und Spontanaktionen nachweisen, da es sich bei den meisten implantierten Aggregaten um Demand - Schrittmacher handelt. Mit der Magnetprobe wird ein reines Schrittmacher - EKG abgeleitet, um so die Schrittmacherfrequenz feststellen zu können und eine Aussage über Effektivität bzw. Ineffektivität des Schrittmachers treffen zu können (4, 5). Besteht eine Ineffektivität, so wird die Ursache durch eine Röntgenaufnahme und / oder Durchleuchtung des Thorax abgeklärt. Manchmal ergibt sich daraus die Notwendigkeit

einer raschen chirurgischen Revision; in anderen Fällen kann man mit der Korrektur bis zum nächsten Batteriewechsel warten.

Zur indirekten Kontrolle der Batteriespannung wird eine formale Photoanalyse durchgeführt, die über Impulsbreite und - amplitude sowie den Flächeninhalt, die Periodendauer und die Anstiegssteilheit des Signals Auskunft gibt.
Von der verbliebenen Restspannung des Generators ist die Dauer des Zeitintervalles bis zur nächsten Kontrolluntersuchung abhängig. Deutet die Analyse auf einen fortgeschrittenen Batterieverfall hin, so wird der Patient in Kürze zu einer erneuten Kontrolle einbestellt. So ist gewährleistet, daß die Verweilzeit der Batterie im Patienten möglichst lange ausgenutzt wird, ohne daß der Patient Gefahr läuft, durch einen ineffektiven Schrittmacher erneut einen Adams - Stokes - Anfall zu erleiden. Ist die Batterie weitgehend verbraucht, so muß sofort ein Batteriewechsel vorgenommen werden.

Alle Befunde der Kontrolluntersuchung werden auf einem Vordruckformular protokolliert und dem Hausarzt des Patienten mitgeteilt.

3. Die Patienten

Im Juli 1965 wurde an der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn erstmals ein Herzschrittmacher implantiert. Seither werden alle Schrittmacherpatienten nach der Implantation von der Cardiologischen Ambulanz betreut. Bis zum Ende des bearbeiteten Zeitraumes im Juni 1975 stieg die Zahl der zu überwachenden Schrittmacherpatienten auf 683. Seit 1969 steigt - wie auch an anderen Kliniken (23) - die Zahl der Erstimplantationen exponentiell; die jährliche Zuwachsrate in der Bundesrepublik beträgt nach Angaben des Bundesgesundheitsamtes 54 % (1). Nach Westermann sollen 1975 in der Bundesrepublik ca. 11ooo Erstimplantationen und 8ooo Zweit- oder Mehrfachversorgungen vorgenommen worden sein (96).

In Bonn stehen 365 männliche Schrittmacherpatienten 318 weibliche Patienten gegenüber; somit lautet das Geschlechtverhältnis 1,15 : 1 bzw. 53,4 % : 46,6 %. Damit ergeben sich bei uns andere Zahlen als an den meisten anderen Zentren, die ein Überwiegen der männlichen Patienten im Verhältnis von 2 : 1 angeben (11, 13, 14, 91). In einigen Veröffentlichungen aus neuerer Zeit findet man auch Geschlechtsverhältnisse von 1 : 1 (39, 41, 64).

Teilt man den untersuchten Zeitraum auf, so ergibt sich in Bonn folgendes Bild : im Zeitintervall von 1965 bis

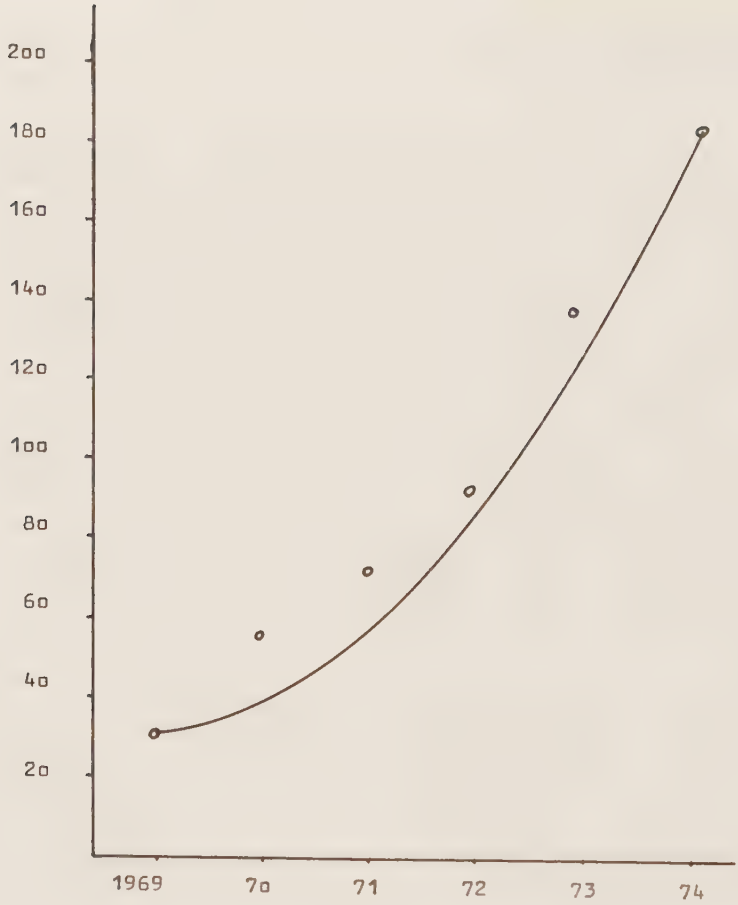

Abb. 3. Wachstum der Erstimplantationen von 1969 bis 1974 in Bonn
Auf der senkrechten Achse sind die Anzahl der Erstimplantationen verzeichnet, auf der waagerechten Achse die Jahreszahlen.
Die Kurve zeigt ab 1969 einen exponentiellen Anstieg. Die Jahre 1965 bis 1968 wurden wegen der geringen Erstimplantationsrate in der Abbildung nicht berücksichtigt.

einschließlich 197o stehen 81 männliche 49 weiblichen Schrittmacherpatienten gegenüber; hieraus resultiert ein Verhältnis von 1,7 : 1. In der zweiten Hälfte des ausgewerteten Zeitraumes steigt der relative Anteil der weiblichen Patienten. 28o Männern und 268 Frauen wurden elektrische Herzschrittmacher implantiert; damit liegt für die zweite Hälfte ein Geschlechtsverhältnis von fast 1 : 1 vor. (Bei vier Männern und einer Frau ließ sich das Erstimplantationsdatum nicht ermitteln).

Parallel mit der Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses beobachtet man einen Anstieg des Erstimplantationsalters. Waren von 1965 bis einschließlich 197o 36,7 % der weiblichen Patienten älter als 69 Jahre, so sind es von 1971 bis 1975 bereits 48,9 % der Gesamtzahl der weiblichen Patienten des entsprechenden Zeitraumes. Diese Tendenz läßt sich auch bei den männlichen Patienten beobachten; hier stiegen die entsprechenden Zahlen von 3o,9 % auf 5o,7 %.
(Siehe hierzu auch die Tabellen 1 und 2).

Das Durchschnittsalter der Schrittmacherpatienten bei der Erstimplantation beträgt bei unseren Patienten 66,9 Jahre. Andere Autoren ermitteln ähnliche Zahlen (11, 18, 39, 52, 57, 76, 79, 8o, 91). Das mittlere Alter der weiblichen Patienten liegt mit 67,o Jahren nur geringfügig über dem der männlichen Patienten, die ein Durchschnittsalter von 66,7 Jahren aufweisen.

Tab. 1 Altersverteilung der Schrittmacherpatienten bei der Erstimplantation. Die Altersklassen sind in Intervallen von fünf Jahren abgestuft, dazu die entsprechenden Häufigkeiten absolut, relativ und in relativer Summenhäufigkeit, nach Geschlechtern getrennt.

Altersklassen Jahre	Männer			Frauen		
	abs.	rel. %	re. SH %	abs.	rel. %	re. SH %
0 - 4	0	0	0	0	0	0
5 - 9	1	0,3	0,3	1	0,3	0,3
10 - 14	1	0,3	0,6	0	0	0,3
15 - 19	1	0,3	0,9	1	0,3	0,6
20 - 24	1	0,3	1,2	3	0,9	1,5
25 - 29	1	0,3	1,5	2	0,6	2,1
30 - 34	2	0,6	2,1	2	0,6	2,7
35 - 39	5	1,4	3,5	1	0,3	3,0
40 - 44	5	1,4	4,9	6	1,9	4,9
45 - 49	10	2,8	7,7	6	1,9	6,8
50 - 54	19	5,3	13,0	17	5,4	12,2
55 - 59	27	7,5	20,5	19	6,0	18,2
60 - 64	37	10,2	30,7	51	16,1	34,3
65 - 69	84	23,2	53,9	59	18,6	52,9
70 - 74	79	21,8	75,7	64	20,2	73,1
75 - 79	59	16,2	91,9	55	17,4	90,5
80 - 84	23	6,3	98,2	17	5,4	95,9
85 - 89	7	1,9	100,1	13	4,1	100
90 - 94	1	0,3	100,4	0	0	100

Tab. 2 Wie Tabelle 1, Altersverteilung der Schrittmacher-patienten bei der Erstimplantation gesamt (Männer und Frauen), Häufigkeit und Summenhäufigkeit absolut und relativ

Altersklassen Jahre	Häufigkeit abs.	Häufigkeit rel. %	Summenhäufigkeit abs.	Summenhäufigkeit rel. %
0 - 4	0	0	0	0
5 - 9	2	0,3	2	0,3
10 - 14	1	0,1	3	0,4
15 - 19	2	0,3	5	0,7
20 - 24	4	0,6	9	1,3
25 - 29	3	0,4	12	1,7
30 - 34	4	0,6	16	2,3
35 - 39	6	0,9	22	3,4
40 - 44	11	1,6	33	5,0
45 - 49	16	2,4	49	7,4
50 - 54	36	5,3	85	12,7
55 - 59	46	6,8	131	19,3
60 - 64	88	13,1	219	32,4
65 - 69	143	21,1	362	53,5
70 - 74	143	21,1	505	74,6
75 - 79	112	16,5	617	91,1
80 - 84	40	5,9	657	97,0
85 - 89	20	2,9	677	99,9
90 - 94	1	0,1	678	100,0

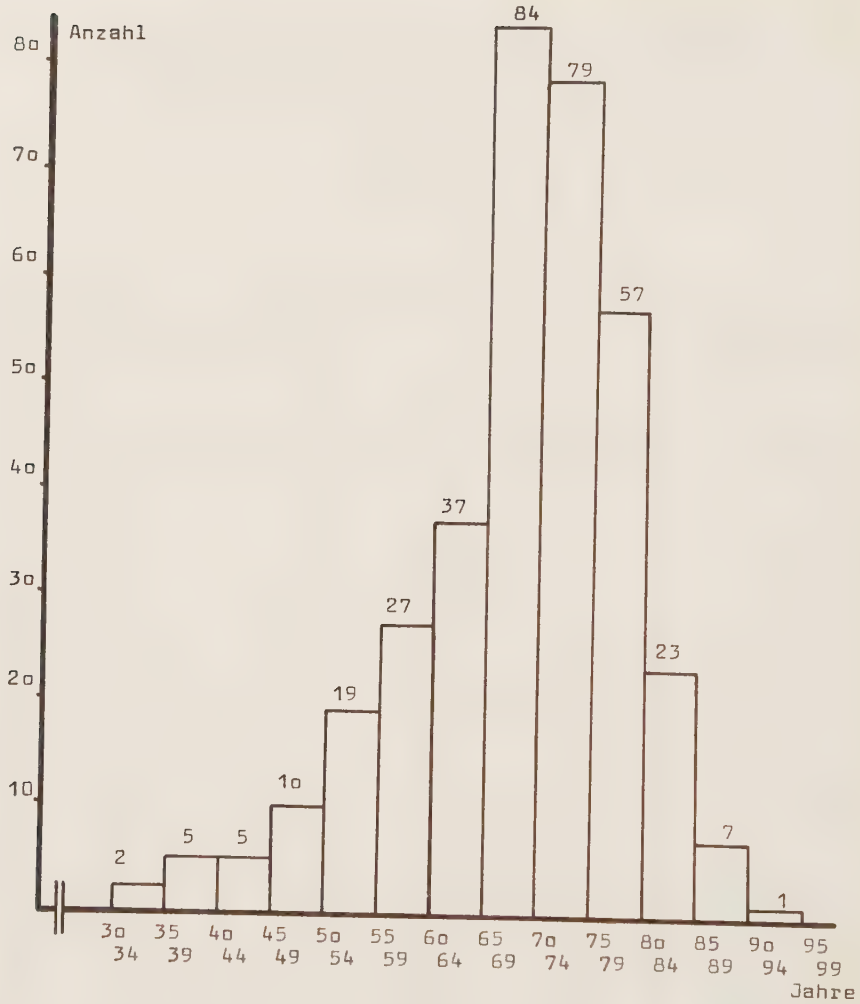

Abb. 4 Altersverteilung der männlichen Patienten bei der Schrittmachererstimplantation in einem Säulendiagramm. Auf der waagerechten Achse die Altersintervalle in Fünfjahressprüngen, auf der senkrechten Achse die Anzahl der Erstimplantationen. Das Maximum liegt zwischen 65 und 74 Jahren. Der steilste Anstieg erfolgt nach dem vierundsechzigsten Lebensjahr.

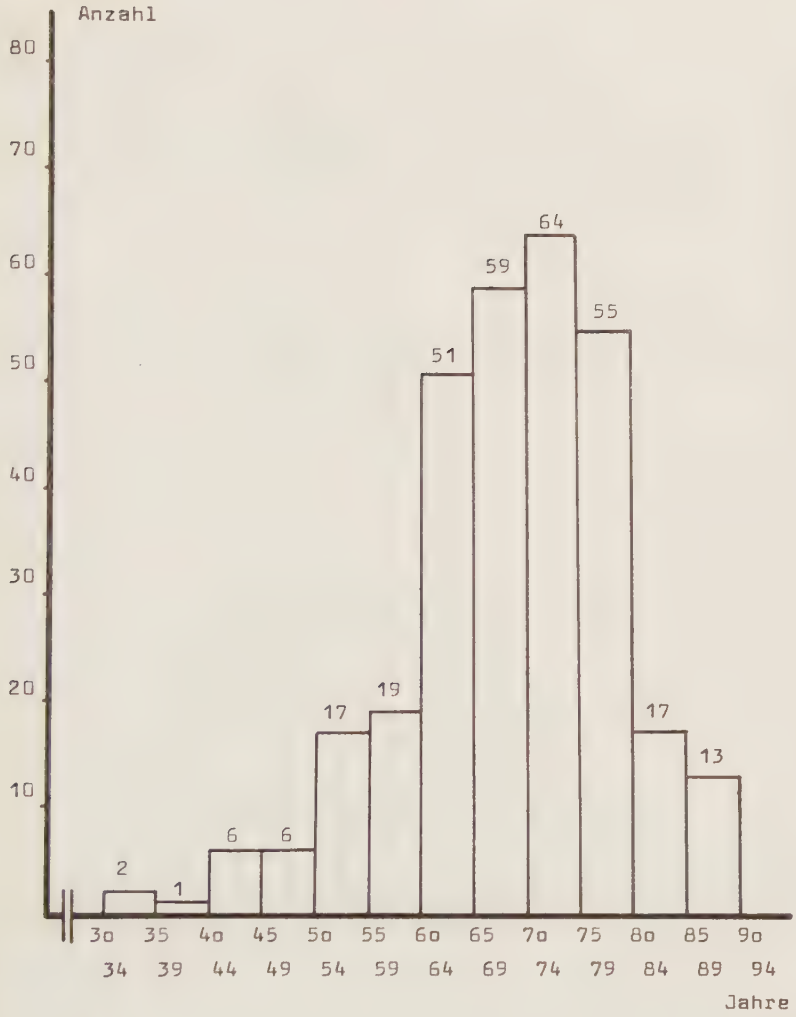

Abb. 5 Altersverteilung der weiblichen Patienten bei der Schrittmachererstimplantation. Sonst wie Abb. 4
Das Maximum liegt zwischen 70 und 74 Lebensjahren.
Der steilste Anstieg erfolgt nach dem neunundfünfzigsten Lebensjahr.

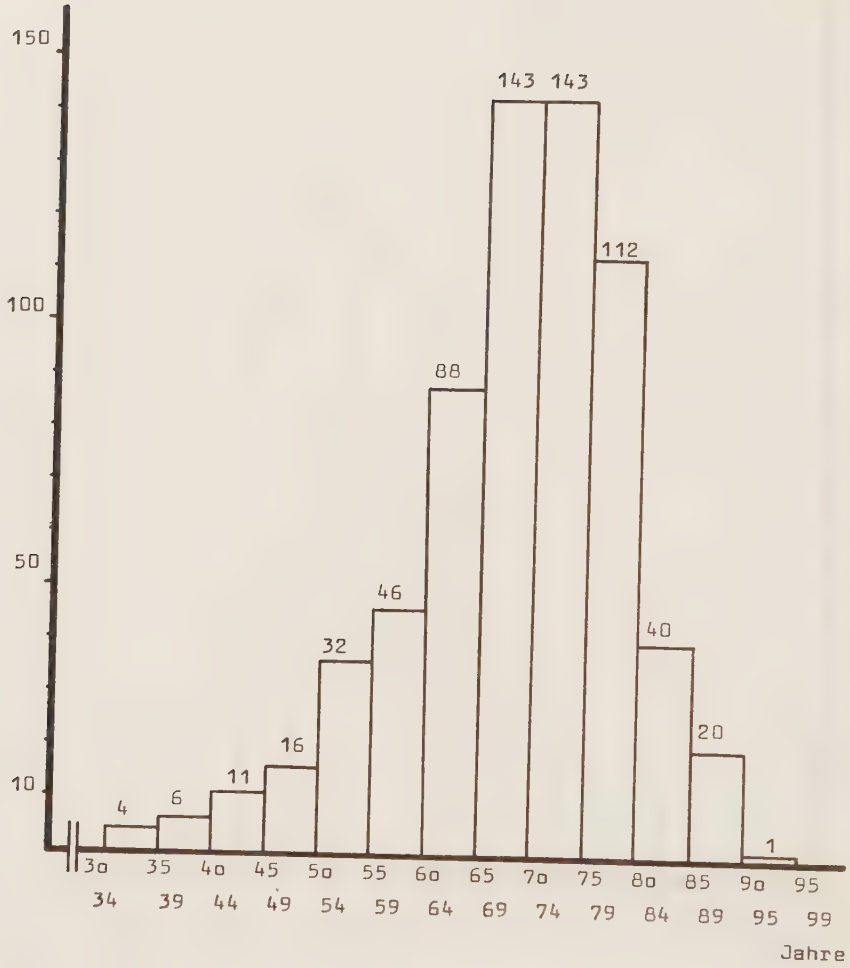

Abb. 6 Altersverteilung der Schrittmacherpatienten gesamt (Männer und Frauen). Sonst wie Abb. 4 und Abb. 5.

Tab. 3 Durchschnittsalter der Schrittmacherpatienten bei Erstimplantation, aufgeschlüsselt nach Patienten, die keine Komplikationen erlitten und solche, bei denen sich eine oder mehrere Komplikationen einstellten. Die jeweils unterste Spalte zeigt das Durchschnittsalter unabhängig von den Komplikationen.

Durchschnittsalter M ä n n e r	
ohne Komplikationen	68,1
mit Komplikation (en)	63,0
Gesamt	66,7
Durchschnittsalter F r a u e n	
ohne Komplikationen	68,1
mit Komplikation (en)	63,8
Gesamt	67,0
Durchschnittsalter G e s a m t	
ohne Komplikationen	68,1
mit Komplikation (en)	63,3
Gesamt	66,9

Schrittmacherpatienten, bei denen es zu einer oder mehreren Komplikationen während der Gesamttherapie kam, liegen mit 63,3 Jahren unter dem Altersdurchschnitt der Gesamtheit aller Schrittmacherpatienten (Siehe hierzu auch Tabelle 3).

92,8 % aller Schrittmacherpatienten sind bei der Erstimplantation älter als 49 Jahre, 80,3 % sind älter als 59 Jahre, 46,5 % älter als 69 Jahre (Siehe hierzu auch Tabelle 2).

III ERGEBNISSE

1. Indikationen zur Schrittmacherimplantation

Wie bei allen anderen Autoren ist auch an der Bonner Universitätsklinik der Adams - Stokes - Anfall die häufigste Indikation zur Implantation eines elektrischen Herzschrittmachers (11, 18, 21, 39, 80, 87). Ursache des Adams - Stokes - Anfall ist die ungenügende Blutversorgung des Zentralnervensystems infolge einer plötzlichen Reduktion des Herzzeitvolumens, die durch Kammerstillstand, extreme Kammerbradycardie (49, 51) oder auch Kammertachycardie (22) verursacht werden kann. Bei 50,9 % der männlichen und 46 % aller weiblichen (insgesamt 48,6 %) Patienten der Cardiologischen Ambulanz der Bonner Medizinischen Universitätsklinik waren vor der Schrittmacherimplantation ein oder mehrere Adams - Stokes - Anfälle in der Anamnese bekannt. Am häufigsten traten Adams - Stokes - Anfälle aufgrund der verschiedenen AV - Blockierungen auf (80). (Siehe hierzu auch Tabelle 4).

Einigkeit besteht heute darin, daß bereits ein Adams - Stokes-Anfall eine zwingende Indikation zur Schrittmacherimplantation darstellt, da jeder Adams - Stokes - Anfall zum Tode führen kann (21).

Tab. 4 Indikationen zur Implantation eines Schrittmachers in Prozent, gemessen an der Gesamtzahl der Bonner Schrittmacherpatienten (n = 683), aufgeschlüsselt nach Geschlecht und in der Gesamtheit aller Patienten.

Die meisten Patienten haben Adams - Stokes - Anfälle in der Anamnese.

Indikation	Männer	Frauen	Gesamt
AV-Überleitungs-blockierungen mit Adams-Stokes-Anf.	41	26	34
SA-Block mit Ad.-St.	2	2	2,2
Bradyarrhythmie mit Adams-Stokes	3	7	4,7
Sinusbradycardie mit Adams-Stokes	1,5	1,7	1,6
Adams-Stokes anderer Genese	3,7	9,4	6,3
AV-Überleitungs-blockierung ohne Adams-Stokes-Anf.	27	26	26,6
SA-Block ohne Adams-Stokes	1,5	6	3,5
Bradyarrhythmie ohne Adams-Stokes	6,7	9	7,5
Sinusbradycardie ohne Adams-Stokes	7	6,4	6,9
Digitalisbedürftige Herzinsuffizienz	3,3	3,4	3,3
Sick Sinus Syndrom	0,4	0,4	0,4
hypersensibler Carotis-sinus	2	0,4	1,4
Sonstiges	1	2	1,6

2 Komplikationen

Die postoperativen Komplikationsmöglichkeiten der Schrittmachertherapie sind vielfältig und zahlreich. Komplikationen können vom Impulsgeber, der Elektrode und vom Träger des Schrittmachers ihren Ausgang nehmen. Erfreulich ist die Tatsache, daß trotz der zahlreichen Komplikationsmöglichkeiten komplikationsbedingte Todesfälle selten sind (79). In Bonn wurde lediglich ein Fall bekannt.
Kriterien zur Beurteilung der unterschiedlichen Gefährdung von Schrittmacherpatienten bei Ausfall der Schrittmacherstimulation stellte Behrenbeck (7) in einer vier Gefährdungsstadien umfassenden Einteilung zusammen. (Siehe hierzu auch Tab. 5).
Die vom Schrittmachersystem ausgehenden technischen Komplikationen führen meistens zur Ineffektivität des Schrittmachers und damit zu einer lebensbedrohenden Situation für den Patienten, während die vom Patienten ausgehenden biologischen Komplikationen seltener sind und keine unmittelbare Lebensgefahr darstellen, da der Schrittmacher funktionstüchtig bleibt.

Im bearbeiteten zehnjährigen Intervall erlitten 181 Bonner Patienten eine oder mehrere Komplikationen während der Therapiezeit mit dem Herzschrittmacher. Dies entspricht - gemessen an der Gesamtzahl von 683 Patienten - einer Komplikationsrate von 26,5 %.
Bei 113 Patienten trat nur jeweils eine Komplikation auf ; ein Patient erlebte während der Therapiezeit acht Komplikationen (siehe hierzu auch Tab. 6).
Insgesamt wurden während des o.a. Zeitraumes 297 Komplikationen gezählt (siehe hierzu auch Tab. 7).

Tab. 5

Kriterien zur Beurteilung der Gefährdung von Patienten mit Herzschrittmachern bei Ausfall der Stimulation.
(nach D.W. Behrenbeck)

I	k e i n e	unmittelbare Gefährdung
	keine AS, keine durch die Rhythmusstörung bedingte schwere Herzinsuffizienz	
	Abschaltung:	PP 0
II	l e i c h t e	Gefährdung
	Schwindel (keine AS), schwere Insuffizienz als Folge der Rhythmusstörung	
	Abschaltung:	PP 0
III	d e u t l i c h e	Gefährdung
	AS	
	Abschaltung:	PP bis 6 sec oder polytope Extrasystolie
IV	h o c h g r a d i g e	Gefährdung
	gehäufte oder besonders schwere AS	
	Abschaltung:	PP über 6 sec oder bedrohliche Extrasystolie oder extreme Bradykardie

Erläuterung: Jeweils 1 Symptom bzw. 1 Befund genügt für die Zuordnung zu einem Gefährdungsgrad (z.B. AS oder PP bis 6 sec.)

AS: Adams - Stokes - Anfall

PP: poststimulatorische Pause bei 70/min

Abschaltung: Abschaltung des implantierten Schrittmachers durch transkutane Stimulation bei QRS-inhibierten Typen, sonst bei Implantation oder Batteriewechsel.

Tab. 6 Ein- oder Mehrfachkomplikationen bei einem Patienten. Die erste Spalte zeigt die Anzahl der Komplikationen, die zweite die absolute Anzahl der Patienten, die eine oder mehrere Komplikationen erlitten, die dritte Spalte zeigt die relative Häufigkeit, gemessen an allen Komplikationspatienten (n = 181), die vierte Spalte zeigt die relative Häufigkeit, gemessen an allen Schrittmacherpatienten (n = 683)

Anzahl der Komplikat.	Anzahl der Patienten	relat. Anz. n = 181 %	rel. bezogen alle Pat. n = 683 %
0	502	-	73,5
1	113	62,4	16,5
2	37	20,4	5,4
3	23	12,7	3,4
4	3	1,7	0,4
5	3	1,7	0,4
6	1	0,6	0,1
7	0	0	0
8	1	0,6	0,1
Gesamt	181	101	99,8

Tab. 7 Neuimplantationen von 1965 bis 1975, Batterieverbrauch, Komplikationen absolut und relativ zu Neuimplantationen für jedes Jahr getrennt aufgeführt

Jahr	Erstimplant.	Batt. Verbr.	Kompl. abs.	Kompl. relat. %
1965	2	2	4	(2oo)
1966	6	7	4	66,7
1967	11	16	5	45,5
1968	23	28	14	60,9
1969	32	41	20	62,5
1970	56	93	44	78,6
1971	72	100	43	59,7
1972	89	140	33	37,1
1973	137	195	48	35,0
1974	185	271	55	29,7
1975	(65)	(131)	(27)	(41,5)
Gesamt	678	1024	297	

Bei fünf Patienten ließ sich das Erstimplantationsdatum nicht bestimmen.

Seit 1971 beobachtet man an der Bonner Universitätsklinik - relativ zu der Anzahl der neuimplantierten Schrittmacher - einen Rückgang der Komplikationshäufigkeit. Wie Sprenger nachweisen konnte, besteht zwischen der Dislokationshäufigkeit und der Erfahrung des Operateurs eine direkte Beziehung. " Die Dislokationsrate wird mit zunehmender Erfahrung des Operateurs geringer ." (87)

Zitat aus: Sprenger, K.
Ursachen der Elektrodendislokation bei der transvenösen Schrittmacherimplantation
Dtsch. med. Wschr. (1976) 537

Weiterhin tragen technischer Fortschritt sowie verbesserte Sondenspitzen wesentlich zur Reduzierung der postoperativen Komplikationsrate bei (19, 22, 68, 69, 79, 94).
Seit Anfang 1975 beobachtet man zwar wieder eine Zunahme der Komplikationen, jedoch ist diese Tendenz nicht aussagekräftig, da das Jahr 1975 nur bis einschließlich Juni bearbeitet wurde.

Tab. 8 Komplikationen der Schrittmachertherapie in absoluten Zahlen und relativ bezogen auf die Gesamtzahl der Komplikationen (n = 297)

Komplikation	Anzahl	relativ (n = 297) %
Sondendislokationen	81	27,2
Sondenflottieren	30	10,1
Decubitus über der Schrittmachertasche	29	9,8
Kabelbruch	23	7,7
frühzeitige Batt. Insuff.	16	5,4
Pick up Störung	10	3,4
Reizschwellenerhöhung	10	3,4
Infekt der PM - Tasche	10	3,4
Verlagerung d. Batterie	10	3,4
Sondenperforation	9	3,0
Widerstandserhöhung	8	2,7
Blutung in die PM - Tasche	8	2,7
Sondenpenetration	6	2,0
Thrombosenbildung	6	2,0
Fistelbildung	4	1,3
Kabelkorrosion	4	1,3
Sondenspitzenfibrose	3	1,0
Gehäusebruch der Batterie	2	0,7
elektronische Störungen	2	0,7
Sonstiges	7	2,4
Diagnose blieb unklar	15	5,0
nicht bekannt	4	1,3

a Sondendislokationen

Sondendislokationen stellen mit Abstand die häufigste Komplikationsart in der Therapie mit Herzschrittmachern dar (11, 16, 18, 19, 27, 29, 34, 38, 41, 57, 76, 79, 84, 87, 89, 92). Die meisten Autoren geben die Komplikationshäufigkeit zwischen 20 % und 30 % an (19, 38, 41, 76, 87, 89). Vereinzelt findet man auch, besonders in älteren Veröffentlichungen, höhere Angaben (34, 57, 78, 84, 93).
An der Bonner Universitätsklinik ermittelten wir über den gesamten Zeitraum von 1965 bis 1975 einen Wert von 27 % und liegen damit in dem von anderen Autoren angegebenen Bereich.

Bei 63 Patienten wurde 81 mal die Diagnose " Sondendislokation " gestellt. Bei 50 Patienten dislozierte die Sonde einmal, bei 9 Patienten zweimal, bei 3 Patienten kam es zu je drei Dislokationen und bei einem Patienten dislozierte die Sonde viermal. Auch bei anderen Autoren sind Mehrfachdislozionen bei einem Patienten beschrieben (38). Schaudig ist der Ansicht, daß bei Patienten, die Mehrfachdislozionen erleiden, den Dislokationen " eine ungünstige anatomische Situation, z.B. ein sehr kleiner rechter Ventrikel oder ein dilatierter rechter Ventrikel ohne ausreichendes Trabekelwerk, eine Tricuspidalinsuffizienz, eine hyperaktive Herzaktion o. ä. " zugrunde liegen (79, 87, 94).
Zitat aus: Schaudig, A., M. Zimmermann, R. Thurmayr, J. Beyer
Komplikationen der Schrittmachertherapie
Internist 18 (1977) 25

Trotz Einführung von Haken- und Bürstensonden, die eine bessere Fixation der Elektrode ans Myocard gewährleisten sollen, ist das Problem der Sondendislokation heute noch nicht zufriedenstellend gelöst. Wie Gschnitzer (38) darlegt, besteht zwischen den verschiedenen Fabrikaten unterschiedliche Dislokationshäufigkeit.

Bei Sondendislokationen läßt sich ein zeitlicher Zusammenhang zum Implantationsdatum feststellen. Fast 50 % aller Zwischenfälle treten bis zu 14 Tagen nach einer Manipulation (Neuverlegung oder vorangegangene Sondenkorrektur) auf (9, 27, 38, 68). Die meisten Sondenkomplikationen treten also zu einem Zeitpunkt auf, an dem sich der Patient in postoperativer stationärer Behandlung befindet, die Ursache des Schrittmacherversagens kann schnellstens diagnostiziert und eine chirurgische Revision vorgenommen werden.

Sondendislokationen gehören zu den Frühkomplikationen der Schrittmachertherapie. In den ersten Wochen bis Monaten nach der Verlegung der Sonde bildet sich zwischen Sondenspitze und Endocard ein bindegewebiger Überzug (40), der zu einer Fixierung der Sondenspitze führt; somit reduziert sich mit Fortschreiten der Liegezeit die Gefahr einer Sondendislokation beträchtlich (12, 35, 48).

Tab. 9 Sondendislokationen absolut und relativ zur Gesamtzahl der Sondendislokationen (n = 81) in zeitlicher Relation zu chirurgischen Manipulationen an der Sonde. In der letzten Spalte die relative Summenhäufigkeit.

Zeitraum	Anzahl der Dislokationen		relative SH +
	absol.	relat. %	%
OP Tag	7	8,6	8,6
1. Tag post OP	6	7,4	16,0
2. Tag post OP	5	6,2	22,2
3. - 7. Tag	13	16,0	38,2
8. - 14.Tag	9	11,1	49,3
15. - 21.Tag	8	9,9	59,2
22. - 30.Tag	5	6,2	65,4
2. - 6. Monat	19	23,5	88,9
nach 6 Monaten	9	11,1	100

+ SH = Summenhäufigkeit

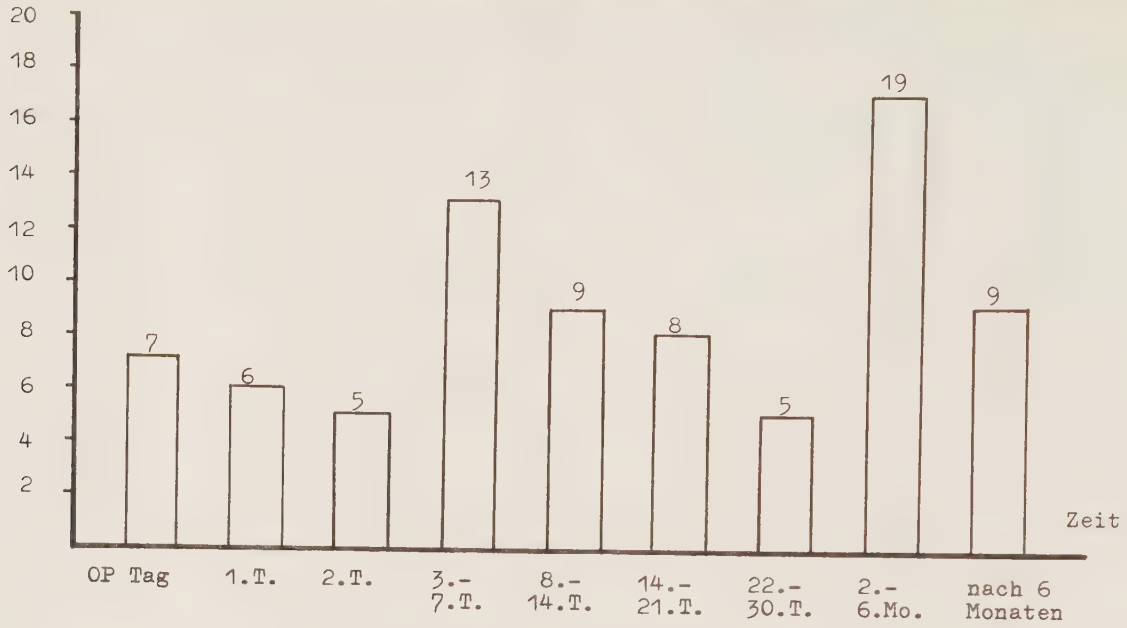

Abb. 7 Sondendislokationen (absolut) in der postoperativen Phase nach Manipulationen an der Sonde; dargestellt in einem Säulendiagramm. Auf der waagerechten Achse verschieden lange Zeitintervalle, senkrecht Anzahl der Dislokationen. Fast 50 % (40) aller Sondendislokationen ereignen sich in einem 14-tägigen Intervall postoperativ.

In der Routinekontrolle der Cardiologischen Ambulanz wurde 13 mal ein ineffektiver Schrittmacher aufgrund einer Sondendislokation diagnostiziert. Die Träger dieser Schrittmacher hatten selbst das Versagen ihres Schrittmachers nicht bemerkt und gaben auch keine Beschwerden an, so daß der genaue Zeitpunkt der Dislokation nicht eindeutig zu bestimmen war.
24 mal dislozierte die Schrittmachersonde an einem bestimmbaren Zeitpunkt zwischen zwei Kontrolluntersuchungen der Cardiologischen Ambulanz. 12 Patienten stellten plötzlich einsetzende Zwerchfellzuckungen, Pulsfrequenzabfall oder Luftnot fest und suchten die Cardiologische Ambulanz auf, wo dann die Diagnose Dislokation gestellt und eine Weiterbehandlung veranlaßt wurde. Drei Patienten erlitten einen Adams - Stokes - Anfall, nachdem die Sonde disloziert war.

Die Diagnose " Sondendislokation " läßt sich in einer Vielzahl der Fälle durch eine Röntgen - Thoraxaufnahme in zwei Ebenen oder durch ein EKG stellen. Auf dem Röntgenbild zeigt sich die veränderte Lage der Sondenspitze, die normalerweise im Ausflußtrakt des rechten Ventrikels fixiert ist (38).
Wenn auch das EKG allein die Diagnose nicht erlaubt, so gibt es doch in jedem Fall dem Untersucher entscheidende Hinweise auf das Vorliegen einer dislozierten Sonde. In solchen Fällen wird eine weiterführende Diagnostik wie z.B. eine Röntgen - Thoraxübersicht notwendig. Das EKG zeigt Schrittmacherspikes ohne Beantwortung durch das Kammermyocard. Da bei einem herzkranken Patienten häufiger ein EKG als eine Thorax-Übersicht veranlaßt wird, das neben der Beurteilung der Schrittmacher-

funktion auch weitere Informationen über pathologische Herzveränderungen liefert, ist es als primäres Diagnosemittel hinsichtlich der Früherkennung einer Schrittmacherineffektivität der Röntgen - Thoraxübersicht, die zusätzlich noch eine Strahlenbelastung für den Patienten darstellt, überlegen.

Bei einigen Patienten dislozierte die Sondenspitze in den rechten Vorhof; einmal wurde die Sondenspitze röntgenologisch in der A. pulmonalis nachgewiesen (33, 36, 54, 68). Bei zwei Patienten kam es unmittelbar nach einem Sturz zu Sondendislokation.

b Sondenflottieren

Unter den Oberbegriff " Sondendislokation " gehört zwar auch das Flottieren der Sonde im rechten Ventrikel, soll aber hier gesondert betrachtet werden. Sondenflottieren wurde bei den Bonner Patienten in etwa 10 % aller Komplikationsfälle beobachtet und gehört mit zu den häufigen Komplikationen. Zum Flottieren der Sonde kommt es, wenn die Sondenspitze, - ebenso wie bei der Dislokation gehäuft in der Frühphase der Liegezeit - den Kontakt zum Myocard verliert und mit dem Blutstrom im rechten Teil des Herzens schwingt. Dies bedeutet für den Patienten eine partielle Ineffektivität seines Schrittmachers und damit eine Gefährdung.

Das EKG erweist sich auch hier als wertvolles diagnostisches Hilfsmittel (55). Da die Sonde durch das Flottieren an wechselnden Stellen Kontakt zum Myocard herstellt, zeigt das Schrittmacher - EKG intermittierende Schrittmacherspikes mit Beantwortung durch die Kammer. Die Kammerkomplexe sind aufgrund der unterschiedlichen intracardialen Reizursprungsorte unterschiedlich ausgeprägt. Die endgültige Diagnose wird durch eine Thorax - Durchleuchtung des Patienten gestellt.

c Sondenperforation und Sondenpenetration

Diese beiden Komplikationen machen zusammen etwa 5 % der Gesamtkomplikationsrate aus. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Sondenkomplikationen handelt es sich hierbei um Spätkomplikationen der Schrittmachertherapie. Man beobachtet jedoch Penetrationen in seltenen Fällen auch schon intraoperativ (79).

Bei der Penetration ins Myocard bleibt der Kontakt zur Sondenspitze erhalten, und der Schrittmacher bleibt somit effektiv. Da der Patient beschwerdefrei ist, ergibt sich die Diagnose " Penetration " häufig als Zufallsbefund. Das EKG trägt hier nur wenig zur Diagnose bei. Nur bei Septumperforationen sieht man aufgrund des linksventrikulären Reizursprungsortes rechtsschenkelblockartig deformierte Kammerkomplexe. Da der Schrittmacher effektiv bleibt, kann man unter sorgfältiger Beobachtung des Patienten meist mit der Neuplazierung der Sonde bis zum nächsten Batteriewechsel warten und dem Patienten einen zusätzlichen operativen Eingriff ersparen.

Tab. 10 Sondenflottieren absolut und relativ zur Gesamtzahl dieser Komplikation (n = 30) in zeitlicher Relation zu chirurgischen Manipulationen an der Sonde. In der letzten Spalte die relative Summenhäufigkeit.

Zeitraum	Anzahl des Flottierens		relative
	absol.	relat. %	SH %
OP Tag	1	3,3	3,3
1. Tag post OP	1	3,3	6,6
2. Tag post OP	0	0	6,6
3. - 7. Tag	6	20,0	26,6
8. - 14. Tag	5	16,6	43,2
15. - 21. Tag	0	0	43,2
22. - 30. Tag	0	0	43,2
2. - 6. Monat	8	26,6	69,8
nach 6 Monaten	8	26,6	96,4

SH = Summenhäufigkeit

Eine Komplikation ließ sich zeitlich nicht festlegen.

d Widerstandserhöhungen

Nach Schaudig (79) pendelt sich die Reizschwelle einige Monate nach der Operation auf ein höheres Niveau als während der Operation gemessen ein, auf dem sie dann über einige Jahre nahezu konstant bleibt (54, 61, 95). In der Literatur findet man vereinzelt Beschreibungen von Veränderung durch Elektrolytverschiebungen und / oder Pharmaka (15, 45, 47, 65, 95). Erhöht sich der Widerstand so stark, daß kein Impuls von der Sondenspitze auf das Myocard übertragen wird, so ist der Schrittmacher ineffektiv; das EKG zeigt Spikes ohne Kammerbeantwortung. Der Untersucher muß bei diesem EKG - Befund neben der Dislokation auch differentialdiagnostisch an eine Widerstandserhöhung denken.

Schaudig (79) hält technische Vorkehrungen in den Impulsgeneratoren, welche eine nicht invasive, häufig wiederholbare Reizschwellenkontrolle (88) durch äußere Beeinflussung des Gerätes erlauben, für sinnvoll, besonders, da im Hinblick auf die neue Generation der Langzeitschrittmacher, die eine Überlebensdauer bis zu zehn Jahren erlauben sollen, die intraoperative Kontrollmöglichkeit der Reizschwelle beim Austausch des Impulsgebers weitgehend verloren geht. Höhler (44) sieht in der Erhöhung der Reizschwelle Vorzeichen einer drohenden Sondendislokation.

e Elektrodenbruch

An die Elektrode eines Herzschrittmachers werden hohe Anforderungen gestellt, die kaum miteinander zu vereinbaren sind (19, 97). Zur Vermeidung von Verletzungen und wegen möglichst geringer mechanischer Ermüdbarkeit bei permanenter Biegungsbeanspruchung soll die Sonde möglichst flexibel sein. Andererseits ermöglicht nur eine starre Sonde eine optimale Plazierung an einer Stelle mit möglichst geringer Reizschwelle (44, 69, 80). Alle heute verfügbaren Sonden stellen zwangsläufig einen Kompromiß der Forderungen dar. Bedingt durch die hohen Beanspruchungen der Schrittmachersonde sind Sondenkomplikationen immer noch mit Abstand die häufigsten Komplikationen der Schrittmachertherapie (Siehe auch Kapitel Dislokationen).

Bei den Bonner Patienten wurde 23 mal ein Kabelbruch diagnostiziert. Das entspricht einem Anteil von 7,7 % gemessen an der Gesamtzahl der Komplikationen (79). Kabelbrüche gehören zu den Spätkomplikationen (35). Das gebrochene Kabel hatte eine durchschnittliche Liegedauer von 17,5 Monaten (Spanne 2 bis 42 Monate). 11 Elektrodenbrüche ereigneten sich an einem Fabrikat jeweils in unmittelbarer Nähe des Adapters, den bei diesem Fabrikat die Sonde senkrecht verläßt. Bei allen anderen Fabrikaten verläßt die Sonde den Impulsgeber tangential. Intracardiale Elektrodenbrüche (54) beobachteten wir nicht. Einige Autoren geben Inhibitionen von Demand - Schrittmachern bei Sondenunterbrechungen an, die wir nicht beobachteten (6, 77).

Die Diagnose " Kabelbruch " kann häufig aus dem Beschwerdebild des Patienten gestellt werden. Je nach Lokalisation des Kabelbruches sind rhythmische Stromstöße in den linken Arm (wenn der Generator in die linke Körperhälfte implantiert wurde) bzw. rhythmische Zuckungen des M. pectoralis typische Symptome. Siebenmal wurde in der Cardiologischen Ambulanz mit Hilfe des Röntgenbildes ein Elektrodenbruch diagnostiziert. Zwölfmal stellten sich Patienten mit den o.a. Beschwerden unaufgefordert zwischen zwei Routineuntersuchungen in der Cardiologischen Ambulanz vor. Zwei Patienten wurden nach einem Adams - Stokes - Anfall notfallmäßig in die Klinik eingeliefert. Zwei bis zu diesem Zeitpunkt symptomlose Kabelbrüche wurden intraoperativ beim Austausch des Generators diagnostiziert.

f Frühzeitiges Batterieversagen

Erschöpfungen einer Energiequelle nach einer normal langen Funktionszeit (s. u.) wurden nicht als Komplikation gewertet, da sie systemimmanent sind und daher in den Therapieplan mit einkalkuliert werden. Als Komplikation wurden Batterieerschöpfungen gewertet, die innerhalb des ersten Jahres nach der Implantation auftraten (46).

Sechzehnmal wurde beim Bonner Patientengut die Diagnose " vorzeitiges Batterieversagen " gestellt. Zehnmal wurde ein baldiges Batterieversagen in der Routinekontrolle der Cardiologischen Ambulanz festgestellt, bevor es zum Ausfall des Schrittmachersystems kam.

Ermöglicht wurde die Diagnose mit den Hilfsmitteln Photoanalyse (8) (siebenmal), E K G (zweimal) und die Digitalkontrolle (einmal). In einem Fall stellten Operateure der Chirurgischen Universitätsklinik während einer Sondenrevision, zwei Stunden nach Erstimplantation, eine Batterieinsuffizienz fest. Eine Untersuchung der Batterie deckte einen Kontaktkurzschluß auf. Drei Patienten stellten selbst Pulsunregelmäßigkeiten fest und suchten daraufhin die Klinik auf.
Ein Patient stellte sich wegen eines Decubitus über der Batterietasche vor, gleichzeitig wurde ein ineffektiver Schrittmacher, bedingt durch frühzeitige Batterieerschöpfung, diagnostiziert.
Ein Patient wurde nach einem Adams - Stokes - Anfall in die Klinik eingeliefert.

Die durchschnittliche Funktionszeit aller von 1965 bis 1975 implantierten Generatoren beträgt 31 Monate (11, 87).

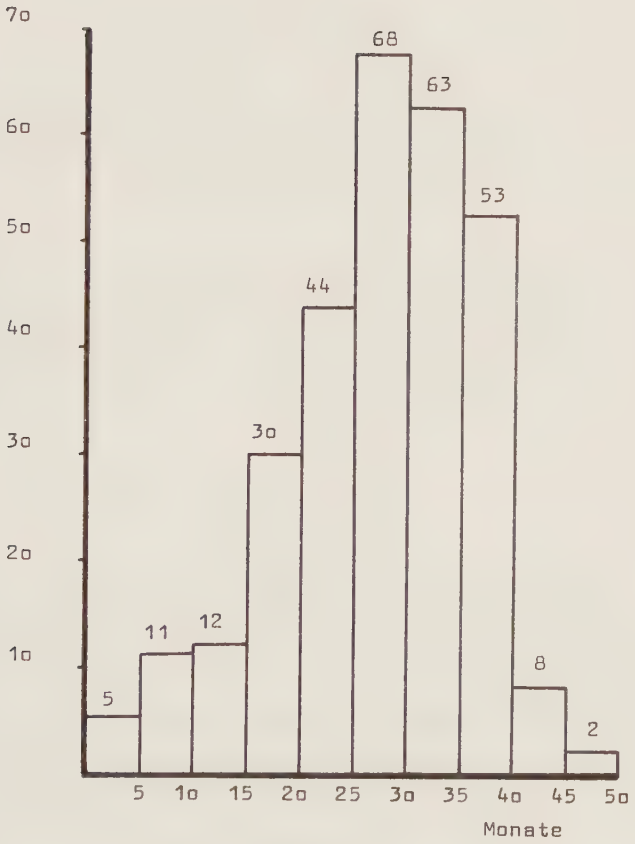

Abb. 8 Überlebensdauer von Herzschrittmacherbatterien
Auf der waagerechten Achse in Intervallen von fünf Monaten die Überlebensdauer, senkrecht die Anzahl der Batterien.

Nicht berücksichtigt wurden dabei die wenigen Isotopenschrittmacher, die vereinzelt bei jungen Patienten implantiert worden sind. Nähere Einzelheiten zur Funktionszeit von Herzschrittmacherbatterien sind der Abbildung 8 zu entnehmen (46). Gemessen am Batterieverbrauch (Neu - und Reimplantationen) von 1o29 Stück (siehe hierzu auch Tabelle 7), beträgt der Anteil der vorzeitig insuffizienten Generatoren 1,5 %.

Andere vom Impulsgeber ausgehende Komplikationen fallen zahlenmäßig nicht ins Gewicht. Zweimal wurde ein Gehäusebruch festgestellt, zweimal kam es zu elektronischen Störungen im Impulsgeber.

g Komplikationen, die vom Schrittmacherpatienten ausgehen

Neben den " technischen " Komplikationen, die vom Schrittmachersystem ausgehen und in der Mehrzahl der Fälle zur Ineffektivität des Schrittmachers führen, wodurch ein Reeingriff wegen der Gefahr eines Adams - Stokes - Anfalles zwingend notwendig wird, findet man häufig Komplikationen, die vom Träger des Schrittmachers ausgehen. Da das Schrittmachersystem im allgemeinen effektiv bleibt, besteht keine ernsthafte Bedrohung für das Leben des Patienten, vielfach ist aber eine chirurgische Revision unumgänglich, da sie der konservativen Therapie überlegen ist.

Infektionen (80) der Schrittmachertasche beobachteten wir beim Bonner Patientengut in zehn Fällen (3,4 %).

Gemessen an den 1029 implantierten Batterien und dementsprechend 1029 operativen Eingriffen ergibt sich eine Häufigkeit von ca. 1 %. Intraoperativ erworbene Infektionen können sich erst Wochen bis Monate nach der Operation manifestieren. Verursacher der Infektion war meist Staphyloccocus epidermidis. Die Patienten erkannten die Infektion, die sich langsam entwickelte, an einer Hautrötung über der Batterietasche, Schwellungen und Schmerzen. Eine konservative Therapie mit Antibiotica und Punktionen (36, 58, 68) führte nicht immer zum angestrebten Erfolg. In diesen Fällen mußte das infizierte Schrittmachersystem explantiert und ein neues auf die andere Körperhälfte implantiert werden, um einen therapeutischen Erfolg sicherzustellen.

Weitere Wundheilungstörungen sind Decubitus über der Schrittmachertasche (29 entsprechend 9,8 %), Verlagerungen der Batterie (10 entspr. 3,4 %), Blutungen in die Schrittmachertasche (8 entspr. 2,7 %), Erguß in die Schrittmachertasche (1 entspr. 0,3 %) (82). Gemessen an 1029 operativen Eingriffen ergibt sich für alle diese Komplikationen ein Operationsrisiko von 5,7 %.

Da sich diese Komplikationen langsam entwickeln, ist die Diagnosequote dieser Störungen in der Cardiologischen Ambulanz mit 36,4 % überdurchschnittlich hoch (Durchschnitt 28,3 %). Patienten, bei denen es zu postoperativen Blutungen in die Schrittmachertasche kam, waren zum größten Teil marcumarisiert.

Da alle diese Komplikationen zu erneuten chirurgischen Eingriffen führen können und damit den Patienten erneut der Gefahr eines solchen Eingriffes aussetzen, kommt der Einpflanzung des Generators große Bedeutung zu. Peinlichste Asepsis sowie sorgfältiges Vorgehen beim Herrichten der Schrittmachertasche sind zu fordern. Der Patient sollte von der Nützlichkeit einer speziellen Leibbinde, die den Generator in den ersten postoperativen Wochen in der Tasche fixiert, überzeugt werden.

3 Diagnostik der Komplikationen

Von 297 Komplikationen ereigneten sich 107 (36,0 %) während eines stationären Aufenthaltes des Patienten (Erstimplantationen, Reimplantationen, Komplikationskorrektur oder stationärer Aufenthalt wegen anderer Krankheiten). 80 Komplikationen (26,9 %) wurden in der Routineuntersuchung der Cardiologischen Ambulanz aufgedeckt (32). 96 (32,2 %) Komplikationen ereigneten sich zwischen zwei Kontrolluntersuchungen und führten teilweise zu bedrohlichen Situationen für den Patienten. Über 14 Komplikationen (4,7 %) konnten in diesem Zusammenhang keine Angaben gemacht werden.

Zur Überwachung des Schrittmachers stehen dem Untersucher Röntgengerät bzw. Durchleuchtung, E K G - Schreiber und Photoanalyse zur Verfügung (4, 6, 8, 15, 55, 97). Die Komplikationen, die durch die Untersuchung in der Cardiologischen Ambulanz diagnostiziert wurden, wurden in erster Linie durch das E K G und das Röntgenbild (59,1 %) erkannt (4, 5, 96).

Tab. 11 Diagnostikmethoden zur Aufdeckung von Schrittmacherkomplikationen.
Die dominierende Rolle bei der Diagnostik von Schrittmacherkomplikationen spielen E K G und Röntgen (bzw.) Durchleuchtung.

Diagnostik - methode	Prozentualer Anteil	relative Summen- häufigkeit
Röntgen alleine	12 %	12 %
E K G alleine	13,4 %	25,4 %
E K G + Röntgen	33,7 %	59,1 %
klinisch	14,7 %	73,8 %
Anamnese	8,9 %	82,7 %
Photoanalyse	4,0 %	86,7 %
Operation	8,0 %	94,7 %
keine klare Diagnose	5,3 %	100,0 %

Tabelle 11 zeigt, daß zur Kontrolle eines Schrittmachersystems kaum "schrittmacherspezifische " technische Diagnoseapparaturen benötigt werden. Über 80 % der Schrittmacherkomplikationen lassen sich mit Röntgenbild bzw. Durchleuchtung, E K G, Inspektion und Palpation sowie aus der Symptombeschreibung bzw. den vorhandenen Symptomen (Muskelzuckungen etc.) diagnostizieren. In fünf Fällen wurde die Diagnose der Cardiologischen Ambulanz intraoperativ widerlegt.

IV DISKUSSION

Nach Einführung der transvenösen endocardialen Elektrodenapplikation wurde die Schrittmachertherapie weniger aufwendig, das operative Risiko wurde gemindert, es bestand von seiten des Alters des Patienten keine Kontraindikation mehr für die Schrittmacherimplantation. Die wachsende Zahl neuer Herzzentren, zunehmende Erfahrung, bessere Erfassung der Stimulationsbedürftigkeit und eventuell eine erweiterte Indikationsstellung führten seit 1969 zu einem exponentiellen Anwachsen der Erstimplantationen (siehe auch Kapitel Methoden).
Das exponentielle Wachstum stellte die Schrittmachernachsorge vor neue Probleme. Es erhebt sich die Frage, wie die Nachsorge bei der ständig steigenden Zahl der zu betreuenden Patienten effektiv bleiben kann.

Fast die Hälfte aller Schrittmacherpatienten hatten Adams - Stokes - Anfälle in der Anamnese, andere waren durch Überleitungstörungen ständig anfallsgefährdet (7). Durch die Implantation eines Schrittmachers ist diese Gefahr solange gebannt, wie der Schrittmacher effektiv ist. Die Anfallsgefährdung besteht wieder, sobald der Schrittmacher ineffektiv wird.

Wie die Ergebnisse zeigen, treten 32,2 % aller Schrittmacherkomplikationen zwischen zwei Kontrolluntersuchungen ein und stellen eine Bedrohung für den Patienten dar, wieder einen Adams - Stokes - Anfall, der den Tod des Patienten herbeiführen

kann, zu erleiden. Diejenigen Komplikationen wie Sondendislokationen, Kabelbruch und Sondenflottieren, die zahlenmäßig das Hauptkontingent der Schrittmacherkomplikationen darstellen, können bis heute durch keine Untersuchungsmethode vorhergesehen werden und treten ohne Prodromi akut auf. Auch bei einer engeren Staffelung der Kontrolluntersuchungen wird es kaum möglich sein, den Anteil der Komplikationen, die sich zwischen zwei Kontrollen ereignen, entscheidend zu senken. Es stellt sich die Frage, wie der Schrittmacherpatient zwischen zwei Kontrollen im Zentrum betreut werden kann und wie die Staffelung der Kontrollen optimiert werden kann, um den einzelnen Patienten eine maximal mögliche Sicherheit zu geben.

Einen wesentlichen Anteil an der Schrittmacherkontrolle kann der Patient selbst oder eine Person aus seiner Umgebung übernehmen. Eine der wichtigsten Aussagen über die Funktionstüchtigkeit des Schrittmachers gestattet die Messung der Pulsfrequenz. Nach der Erstimplantation sollte der Patient angehalten werden, täglich seinen Puls über eine volle Minute zu zählen (37, 62, 63, 70, 75, 83). Dazu braucht man nicht mehr als eine Armbanduhr mit Sekundenzeiger. Man teilt dem Patienten die Interventionsfrequenz seines Schrittmachers mit und fordert ihn auf, bei Pulsfrequenzen von mehr als 5 % unter der eingestellten Interventionsfrequenz die Cardiologische Ambulanz aufzusuchen. Der stationäre Klinikaufenthalt nach der Implantation kann dazu genutzt werden, den Patienten oder einen seiner Angehörigen mit der Technik des Pulszählens vertraut zu machen.

Weiterhin informiert man den Patienten über typische " Komplikationssymptome " wie Schwindel, Synkopen, Muskelzuckungen, Rötung und Schwellungen der Haut über der Schrittmachertasche, Absinken der Pulsfrequenz und fordert ihn auf, bei Auftreten eines oder mehrerer dieser Symptome die Implantationsklinik oder die Cardiologische Ambulanz aufzusuchen.

Als dritte Komponente kann der Hausarzt in das Kontrollsystem integriert werden. Der Hausarzt am Wohnort des Patienten ist für diesen schnell erreichbar, und da es sich bei Schrittmacherpatienten vorwiegend um alte Menschen handelt, befinden sie sich auch meistens wegen extracardialer degenerativer Krankheitsprozesse schon seit längerer Zeit bei diesem in Behandlung.

Inspektion und Palpation informieren den Hausarzt (5, 37) über Wundheilung und Lage des Generators. Auf die dominierende Rolle des E K G in der Komplikationsdiagnostik wurde bereits hingewiesen. Da heute in den meisten Arztpraxen niedergelassener Internisten und Allgemeinmediziner ein E K G - Gerät steht, können Schrittmacher auch dort auf ihre Effektivität überprüft werden. Liegt die Spontanfrequenz des Herzens über der Schrittmacherinterventionsfrequenz, so daß eine Beurteilung des Schrittmachers so nicht möglich ist, kann durch die Magnetprobe der Schrittmacher überprüft werden. Weitere Möglichkeiten, mit einfachen Hilfsmitteln den Schrittmacher auf Effektivität zu untersuchen, besteht darin, durch den Carotis - Preßversuch oder durch Gabe von Propranolol (Dociton ^{R}) die Frequenz

soweit zu senken, daß die Interventionsfrequenz unterschritten wird und der Schrittmacher, falls er effektiv ist, einspringen muß und eine Funktionsprüfung gestattet. In unklaren Fällen kann eine Röntgenübersicht des Thorax angeschlossen werden, um die Diagnose zu erhärten. Mit den Mitteln der Praxis erkennt man ca. 83 % aller Komplikationen. Bei Ineffektivität des Schrittmachers und in unklaren Fällen überweist der Hausarzt den Patienten an die Cardiologische Ambulanz.

Die inzwischen große Zahl der Schrittmacherpatienten zwingt aus Kapazitätsgründen, vom Modus der dreimonatigen Kontrollen abzugehen. Die ständig wachsende Anzahl der Schrittmacherpatienten, die alle der Nachsorge bedürfen, macht eine Staffelung der Kontrolltermine erforderlich.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit ergeben sich für den Schrittmacherpatienten zwei " Gefährdungsperioden ", in denen er einer sorgfältigeren Kontrolle unterzogen werden sollte. Die erste Gefährdungsperiode ist der Zeitraum von ca. zwei Wochen nach der Neu- oder Reimplantation, die zweite Gefährdungsperiode ist der Zeitraum, in dem die zu erwartende Batterieerschöpfung liegt.

In der ersten Periode befindet sich der Patient zum Teil in der postoperativen Nachbehandlung in der Implantationsklinik unter ärztlicher Beobachtung. Mögliche Komplikationen, in der ersten Periode in erster Linie von der Sonde ausgehend, können

schnell erkannt und therapiert werden. Nach der Entlassung aus der Klinik empfiehlt sich eine weitere ambulante Kontrolle nach ca. einer Woche. Ist der Schrittmacher effektiv und der Wundheilungsprozeß zufriedenstellend, kann man zu langen Intervallen übergehen.

Das größere Problem stellt der zweite Gefährdungszeitraum dar, da die Funktionszeit der Generatoren unterschiedlich lang ist (siehe hierzu auch Abb. 8) (37). Mit engeren Staffelungen sollte man sich an den erwarteten Zeitpunkt der Batterieerschöpfung herantasten und die ambulanten Kontrollen so eng staffeln, daß die Lebensdauer der Batterie möglichst lange ausgenutzt wird, ohne daß der Patient durch den aufgrund der Batterieerschöpfung ineffektiv zu werden drohenden Schrittmacher gefährdet wird (70). Durch das optimale Ausnutzen der Funktionszeit einer Batterie verringert man die Anzahl der Batteriewechsel und somit die Zahl der Operationen, denen sich der Patient unterziehen muß. Dadurch können die Kosten der Schrittmachertherapie gesenkt werden, und man betreibt gleichzeitig eine " Komplikationsprophylaxe ", da es unmittelbar nach einer Operation zu einer Komplikationshäufung kommt.

Zwischen den beiden Gefährdungsperioden können die ambulanten Kontrollen weit gestaffelt werden ohne daß die Gefährdung des Patienten größer wird.

In neuester Zeit wird von Furmann (26) die telefonische Überwachung des Schrittmacherpatienten propagiert. Ob sich dieses System bewährt, muß die Zukunft zeigen.

V ZUSAMMENFASSUNG

Über einen Zeitraum von zehn Jahren, von 1965 bis 1975, wurden die Krankengeschichten von 683 Schrittmacherpatienten, die von der Cardiologischen Ambulanz der Medizinischen Universitätsklinik Bonn betreut werden, hinsichtlich Schrittmacherkomplikationen durchgearbeitet und die Daten statistisch ausgewertet.

Bei der Erstimplantation ist der Schrittmacherpatient durchschnittlich 66,9 Jahre alt. Das Geschlechtsverhältnis ist etwa 1 : 1. Häufigste Implantationsindikationen sind Adams - Stokes - Anfälle auf dem Boden von AV - Blockierungen degenerativen Ursprungs. Komplikationen gehen hauptsächlich von der Elektrode, aber auch vom Impulsgeber und vom Patienten aus. Es gibt Früh- und Spätkomplikationen. Zahlenmäßig stehen die Komplikationen, die von der Sonde ausgehen, bei weitem im Vordergrund.

Die durchschnittliche Überlebenszeit der im untersuchten Zeitraum verwendeten Generatoren lag bei 31 Monaten. Für die Nachsorge des Schrittmacherpatienten hat das E K G dominante Bedeutung.

Seit 1969 steigt in der Bundesrepublik die Zahl der Neuimplantationen exponentiell, die jährliche Zuwachsrate liegt bei 54 %.

Die ständig steigende Zahl der Schrittmacherpatienten, die nach der Erstimplantation zeitlebens hinsichtlich Effektivität ihres

Schrittmachersystems untersucht werden müssen, zwingt zu einer Staffelung der ambulanten Kontrollen. Postoperativ und zum Zeitpunkt des erwarteten Batteriewechsels müssen die Kontrollen in kürzeren Abständen erfolgen; zwischenzeitlich können die Kontrollen aus Kapazitätsgründen weiter auseinander liegen.

An der Kontrolle der Effektivität des Schrittmachers beteiligen sich der Patient selbst, der Hausarzt und das Cardiologische Zentrum.

VI LITERATURVERZEICHNIS

1. Abteilung für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes
   Bericht über die Umfrage über die Verwendung von Herzschrittmachern in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)
   10.3.1972
2. Aldini, G.
   General views on the application of Galvanism to medical purpose principally in cases of suspended animation
3. Adolph, R. J.
   Paradox of the permanent pacemaker
   Circulation 1966: 41
4. Avenhaus, H.
   Das Schrittmacher - EKG
   Internist 18, 25 (1977) 8
5. Avenhaus, H.
   Kontrolle implantierter künstlicher Herzschrittmacher
   Internist 16, (1975) 144
6. Barold, S.S., J.J. Gaidula, J.L. Lyon, M. Carroll
   Irregular recycling of demand pacemakers from borderline electrographie signal
7. Behrenbeck, D.W.
   Persönliche Mitteilung 1978
8. Berg,van den, J.W., F.A. Rodrigo, H.J.Th. Thalen, J. Koops
   Photoanalysis of the condition of implanted pacemakers and electrode circuits
   Proc. roy. soc. Neth. Acad. Sci. (1967) 419
9. Bleifeld, W.
   Herzschrittmacherimplantationen
   Dtsch.med. Wschr. 98 (1973) 1635
10. Bluestone, R., A. Harris
    Treatment of heart-block with long-acting isoprenaline
    Lancet I (1965) 1299

11. Bruck, A., W. Mahring, K. Spang
Sechs Jahre Erfahrung mit der Implantation elektrischer Herzschrittmacher
Z. Kreisl. Foesch. 58 (1969) 1

12. Büchner, Ch., W. Drägert, V. Schlosser, M. Arnold, B. Nuber
Schrittmachertherapie des Herzens
Boehringer Mannheim GmbH, Forum kardiologicum 14 (1973)

13. Büchner, Ch., W. Oberbeck, J. Dobberstein
Wiederbelebung 5 (1968) 36

14. Chardack, W.M., A.A. Gage, A.J. Frederico, G. Schimert, W. Greatbatch
Progr. Cardiovasc. Dis. 9 (1966) 105

15. Chung, E.K.
Drug- associated EKG changes. Digitalis and pacemaker
Drug Ther. Bull (1975) 187

16. Conway, N., J. Seymour, D. Gibbons
Long- terms transcutaneous endocardial pacing in Management of complete heart block
Brit. Heart J. 31 (1969) 163

17. Curd, G.W., E.W. Dennis, J. Jordan, D. McNamara, A.C. Montero, P.K. Peterson, R.D. Pruitt, S. Schnur
Cardiov. Res. Cent. Bull 1 (1963) 63

18. Diederich, K.W., H.E. Hoffmeister, H. Niemann
Behandlung mit implantierten Herzschrittmachern
Med. Klin. 62 (1967) 510

19. Doenecke, P., L. Bette, G. Harbauer, W. Hoffmann, G. Hofmeister, H. Schiefer
Verminderung der Dislokationshäufigkeit neuentwickelter transvenöser Schrittmacherelektroden
Z. Kreisl. Forsch. 61 (1972) 887

20. Ducloux, G., G. Scoots, B. Stankoviak et al.
Comparaison entre entrainement fixe et entrainement sentinelle endocavitaire dans la responsabilitéde la mort subtile
Ann. Cardiol. 20 (1971) 331

21. Effert, S.
Elektrische Stimulation des Herzens
Med. Klinik 64 (1969) 671

22. Effert, S., H. Greuel, F. Grosse, J. Sykosch
Die Therapie mit elektrischen Schrittmachern bei Adams - Stokes - Syndrom
Dtsch. med. Wschr. 87 (1962) 473

23. Effert, S., W. Irnich
15 Jahre Herzschrittmachertherapie. Stand und Entwicklungstendenzen
Dtsch.med. Wschr. 99 (1974) 1146

24. Elmquist, R., A. Senning
An implantable pacemaker for the heart
Proc. 2nd Int. Conf. Med. Engng. (1960) 253

25. Friedberg, C.K., E. Donoso, W.G. Stein
Nonsurgical acquired heart block
Ann. N. Y. Acid. Sci. 111 (1964) 835

26. Furman, S.
The effectiveness of monotoring implanted cardiac pacemakers by telephone
IVth International Symposium on Cardiac Pacing
Groningen 1973

27. Furman, S., D. H. W. Escher, S. Solomon
Experiences with myocardial and transvenous implanted cardiac pacemakers
Amer. J. Cardiol. 23 (1969) 66

28. Furman, S., J.B. Schwedel
An intracardiac pacemaker for Stokes Adams seizures
New Engl. J. Med. 261 (1959) 943

29. Gadboys, H.L., S. Lubban, R.S. Litwak
Long - term follow up of patients with cardiac pacemakers
Amer. J. Cardiol. 21 (1968) 55

30. Galvani, G.L.
Abhandlung über die Kräfte der Elektrizität
Wilhelm Engelmann Verlag Leipzig 1894

31. Gattenlohner, W., K.W. Schneider
Schrittmachertherapie und Hämodynamik
Münch. med. Wschr. 115 (1973) 2137

32. Giegler, J., P. Bause, H. Fiehring, G. Dippmann, J. Knappe, H. Erbstößer, R. Rothe
Über Komplikationen bei Schrittmacherträgern und ihre rechtzeitige Erkennung
Z. f. ges. inn. Med. 22 (1967) 574

33. Green, G.D.
The reliability of pacemaker electrode - leads
J. Elektrocardiol. 8 (1975) 196

34. Griepp, R.B., P.O. Daily, N.E. Shumway
Subclavian axillary vein thrombosis following implantation of pacemakers catheder in the internal iugular vein
J. thorac. cardiovasc. Surg. 60 (1970) 889

35. Griesenbeck, K., H. Pesendorfer
Chirurgische Probleme der transvenösen intracardialen Schrittmacherimplantation
Thoraxchirurgie 23 (1975) 57

36. Grögler, F.M., G. Frank, G. Greven, D. Dragojevic, H. Oelert, K. Leitz, H. Dalichau, U. Brinke, D. Löhnlein, D. Rogge, R. Hetzer, G. Hennersdorf, H.G. Borst
Complications of permanent transvenous cardiac pacing
J. thorac. cardiovasc. Surg. 69 (1975) 895

37. Leitung: Grosse - Brockhoff, F., Teilnehmer: Ch. Büchner, S. Effert, W. Irnich, H.J. Knieriem, M. Schaldach
Rundtischgespräch: Der Schrittmacherpatient
Med. Klinik 70 (1975) 995

38. Gschnitzer, F.
Dislokation endokardialer Schrittmacherelektroden
Thoraxchirurgie 20 (1972) 467

39. Hager, W.
Spätergebnisse nach Herzschrittmacherimplantation
Dtsch. med. Wschr. 99 (1974) 1345

40. Hager, W., H.A. Hienz, H.J. Düwell
Morphologische Veränderung am Herzmuskel und an der Gefäßwand nach elektrischer Reizung des Herzens mit myokardialen und transvenös intrakardialen Elektroden
Thoraxchirurgie 16 (1968) 143

41. Hager, W., K. Wink
Langzeiterfahrung mit der Implantation elektrischer Schrittmacher des Herzens
Z. Kreisl. Forsch. 59 (1970) 289

42. Halter, J., T. Moccetti, F. Nager, P. Lichtlen, A. Senning
Langzeiterfahrung mit implantierten Schrittmachern, unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfsschrittmacher
Schweiz. med. Wschr. 102 (1972) 440

43. Hinz, G.
Bundesgesundheitsblatt 15 (1972) 289

44. Höhler, H.
Über das Verhalten der Reizschwelle nach Schrittmacherimplantation
Med. Welt 26 (31-32) (1975) 743

45. Hughes, H.C., G.F.O. Tyers, H.A. Torman
Effects of acid-base imbalance on myocardial pacing thresholds
J. thorac. cardiovasc. Surg. 69 (1975) 743

46. Irnich, W.
Berechnung von Lebensdauer von Herzschrittmachern
Biomed. Techn. 16 (1975) 205

47. Irnich, W.
Stand der Schrittmachertherapie: Bisherige Erfahrung und Entwicklungstendenzen
Aus: Herzschrittmacher mit nuclearen Batterien
Symposium im Forschungsinstitut Borstel Nov. 1973
(Baden Baden 1974)

48. Jacobs, G., K.H. Gisbertz, D. Moschinski, R. Sailer, W. Hager, K. Wink
Komplikationen nach Implantation von elektrischen Herzschrittmachern
Thoraxchirurgie 18 (1970) 469

49. Johannes, E., G. Kugler, H. Pantlen
Elektrische Langzeittherapie von Herzrhythmusstörungen
Med. Klinik (1976) 2080

50. Johannson, B.W.
Amer. J. Cardiol. 8 (1961) 76

51. Kaindl, F., K. Steinbach, P. Probst
Indikation zur Schrittmachertherapie bradycarder Rhythmusstörungen
Internist 18 (1977) 3

52. Kleinert, M., P. Beer, A. Taylessani
Erfahrung mit 87 permanenten Vorhofelektroden verschiedener Ausführungen und Verlegungstechniken
Z. Kardiol. 65 (1976) 907

53. Knorre, von, G.H., G. Hafemeister, G. Schröder
Schrittmacherparasystolie
Z. ges. inn. Med. 25 (1970) 385

54. Koch, R., R. Winter
Reizschwellenerhöhung als Komplikation der Schrittmacherbehandlung
Med. Welt (Berlin) 25 (1974) 156

55. Krayenbühl, H.P.
Das Elektrokardiogramm bei Schrittmacherpatienten
Schweiz. med. Wschr. 106 Nr. 18 (1976) 623

56. Kreuzer, H., et al.
Verh. dtsch. Ges. Kreisl. - Forschung 30 (1964) 235

57. Lagergren, H., L. Johansson
Intracardiac stimulation for complete heart-block
Acta. chir. scand. 125 (1965) 562

58. Lemire, G.G., J.E. Morin, A.R.C. Dobell
Pacemaker infection, A 12 - year Review
Canad. J. Surg. 18 181 (1974) 156

59. Lenz, J., H. Dalichau
Intracardiale Elektrodenbrüche bei Herzschrittmachern
Med. Welt 20 2969 975

60. Lillehei, C.W., M.J. Levy, R.C. Bonnabeau, D.M. Long, R.D. Sellers
Direct wire electrial stimulation for acut post-surgical and postinfarction complete heart-block
Ann. N.Y. Acad. Sci 111 (1964) 938

61. Lüttgens, B.
Die Behandlung des AV-Blockes mit Herzschrittmachern; Systeme, Methodik und Ergebnisse
Münch. Med. Diss 1971

62. Manvaring, M.
What patients need to know about pacemakers
Amer. J. Nurs 77 (5) (1977) 825

63. Meciani, L.
Häusliche Überwachung von Herzschrittmacher-Trägern
Münch. med. Wschr. 119 (1977) 1675

64. Nager, F.
Pharmakotherapie bei Schrittmacherpatienten
Dtsch. med. Wschr. 98 (1973) 1773

65. Nager, F.
Erfahrung und Fortschritt in der Schrittmacherbehandlung
Med. Welt 24 (1973) 1102

66. Nager, F., A. Bühlmann, F. Schaub
Helv. med. Acta 33 (1966) 240

67. Nolan, S.P., S.H. Dixon jr., R.D. Fisher, A.G. Morrow
The influence of atrial contraction and mitral valve mechanics on ventricular filling. A study of instanteous mitral valve flow in vivo
Amer. Heart J. 77 (1969) 784

68. Nordeck, E., R. Buckesfeld, P.G. Kirchhoff, J. Neubaur
Elektrodenbedingte Komplikationen bei Herzschrittmachertherapie
Dtsch. med. Wschr. 100 (1975) 1282

69. Peleska, V., M. Vrana, Z. Blacek, M. Metusil
Die Dynamik der Stimulationsschwelle und ihre Bedeutung für die Konstruktion von Herzschrittmachern und Elektroden
Elektromedizin 14 (1969) 177

70. Ratti, R.
Schrittmacher-Nachsorge
Schweiz. med. Wschr. 106 (18) (1976) 621

71. Rodewald, G., O. Giebel, H. Harms, K.D. Scheppokat
Intravenös - intracardiale Applikation von vorhofgesteuerten elektrischen Schrittmachern
Z. Kreisl. - Forsch. 53 (1964) 860

72. Rosenkranz, K.A., M. Schaldach
Transvenöse endocardiale Vorhofsteuerung von Schrittmachern
Dtsch. med. Wschr. 96 (1971) 680

73. Sadony, V., J. Kreuzer, P. Satter, S. Soekimin
Erste klinische Erfahrungen mit einer neuen myocardialen Schraubelektrode zur permanenten transvenösen Elektrostimulation des Herzens
Pacemaker Digest 11 (1976) 45

74. Samet, P., C. Castillo, W.J. Bernstein
Hemodynamic sequelae of atrial, ventricular and sequential atrial ventricular pacing in cardiac patients
Amer. Heart J. 72 (1966) 725

75. Schaldach, M., E.S. Bucherl, A. Nasseri
Eine Methode zur postoperativen Überwachung von Patienten mit implantierten Schrittmacher
Klinische Wschr. 44 (1966) 396

76. Schaudig, A.
Behandlung mit Herzschrittmachern aus chirurgischer Sicht
Med. Klinik 64 (1969) 674

77. Schaudig, A., J. Beyer, G. Stemple
Der Elektrodenbruch als Ursache von schrittmacher-bedingten Rhythmusstörungen
Dtsch.-Franz. Herzschrittmacher - Symposium
Hamburg 22.9. - 1.10.1975

78. Schaudig, A., R. Thurmayr, R. Zenker
Results of transvenous pacing
J. cardiovasc. Surg. 12 (1971) 281

79. Schaudig, A., M. Zimmermann, R. Thurmayr, J. Beyer
Komplikationen der Schrittmachertherapie
Internist 18 (1977) 25

80. Schieffer, H., L. Bette, P. Doenecke, G. Harbaur, H. Heinz, W. Hoffmann, K. Hofmann, G. Hofmeier Chr. Klein, H. Mannebach, G. Rettig, H. Steeb
Erfahrungen mit intracardialen Herzschrittmachern
Münch. med. Wschr. 113 (1971) 1712

81. Schulten, K.H., O. Baldus, F. R. Röhring, P. von Smekal
Störbeeinflußung im plantierten Herzschrittmacher
Dtsch. med. Wschr. 97 (1972) 1539

82. Schulten, K.H., W. du Mesnil de Rochemont, W. Jochen, O. Baldus, K.D. Grosser, D.W. Behrenbeck
Störungen der Schrittmacherstimulation durch Rotation der Batterie (Pacemakers Tweddler's Syndrome)
Med. Welt 26 (31 - 32) (1975) 1406

83. Schwindke, P., W. Irnich, S. Effert
Selbstüberwachung von Schrittmacherpatienten
Med. Welt 27 (49) (1976) 2385

84. Sellers, F.J., D.E. Donald, E.H. Wood
Atrial contribution to strike volume in dogs with chronic cardiac denervation
Physiologist 5 (1962) 211

85. Siddons, H., E. Sowton
Cardiac pacemakers
Verlag Charles C. Thomas
Springfield 1967

86. Sowton, E.
Hemodynamic studies in patiets wit artificial pacemakers
Brit. Heart J. 6 (1964) 737

87. Sprenger, K.
Ursachen der Elektrodislokation bei der transvenösen Schrittmacherimplantation
Dtsch. med. Wschr. 101 (1976) 537

88. Steinbach, K., G. Joscowics
Erfahrungen mit einem zeitgesteuerten Schrittmachersystem
Wiener klin. Wschr. 87 (11) (1975) 371

89. Storch, H.H., D. Krumhaar, W. Schmitz
Indikationen und Ergebnisse bei 500 Schrittmacherimplantationen
Therapiewoche 20 (1970) 528

90. Strödter, D., et al.
Erste Erfahrungen mit neuen transvenösen Schraubelektroden
Kongreß für innere Medizin (1977) 345

91. Sykosch, J., M. Büchner, S. Effert
Survey on permanent cardiac pacing 1972 West Germany Switzerland and Austria
Cardiac Pacing 1973, van Gorcum and Comp, Assm: S. 95

92. Sykosch, J., M. Büchner, S. Effert
Sechs Jahre Schrittmachertherapie
Dtsch. med. Wschr. 93 (1968) 777

93. Vosschulte, K., H. Stiller
Infrasternale Installation bei Implantation eines Herzschrittmachers
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 308 (1964) 492

94. Wende, U., M. Schaldach
Neue intrakardiale Schrittmacherelektrode zur Vermeidung von Dislokationen bei stark dilatierten Ventrikel
Dtsch. med. Wschr. 95 (1970) 2026

95. Westerholm, C.J.
Threshold studies in transvenous cardiac pacemakers treatment
Scand. J. thorac. Cardiovasc. Surg. Suppl. 8 (1971) 1

96. Westermann, K.H.
Schrittmacher - wann, welche, und wie sind sie zu überwachen
Med. Welt 28 (14) (1977) 684

97. Wirtzfeld, A., Ch. Himmler
Technischer Entwicklungsstand künstlicher Herzschrittmacher
Internist 18 (1977) 38

98. Zoll, P.M.
New Engl. J. Med. 247 (1952) 768

99. Zoll, P.M., H.A. Frank, A.J. Linenthal
Implantable cardiac pacemakers
Ann. N.Y. Acid. Sci. 111 (1964) 1068

Für die vielfach gewährte Unterstützung bei der Entstehung meiner Dissertation möchte ich

Herrn Professor Dr. med. B. L o u v e n

meinen Dank aussprechen.

L e b e n s l a u f

Am 25.10.1949 wurde ich, Rainer G r a f, als erstes Kind des Kurt Graf und seiner Ehefrau Ruth in Rheinhausen geboren.

Von 1956 bis 1961 besuchte ich die katholische Volksschule Friedrich - Brücker - Schule in Rheinhausen.

Seit 1961 besuchte ich das Städtische naturwissenschaftliche Gymnasium Rheinhausen, an dem ich am 24.6.1970 die Reifeprüfung ablegte.

Zum Sommersemester 1971 immatrikulierte ich mich an der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn, wo ich am 22.9.1972 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung ablegte.

Vom 9.11.1972 bis zum 28.2.1974 studierte ich an der Johann Wolfgang Goethe - Universität Frankfurt / Main.

Die Ärztliche Vorprüfung bestand ich am 18.2.1974.

Den klinischen Teil des Studiums nahm ich am 1. 3. 1974 an der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn auf.

Im Rahmen der Approbationsordnung für Ärzte bestand ich nach zwei klinischen Semestern am 25.3.1975 den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, am 31.3.1977 den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und am 26.4.1978 den Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung.